



B 22

4

212

BIBLIOTECA NAZIONALE
CENTRALE - FIRENZE

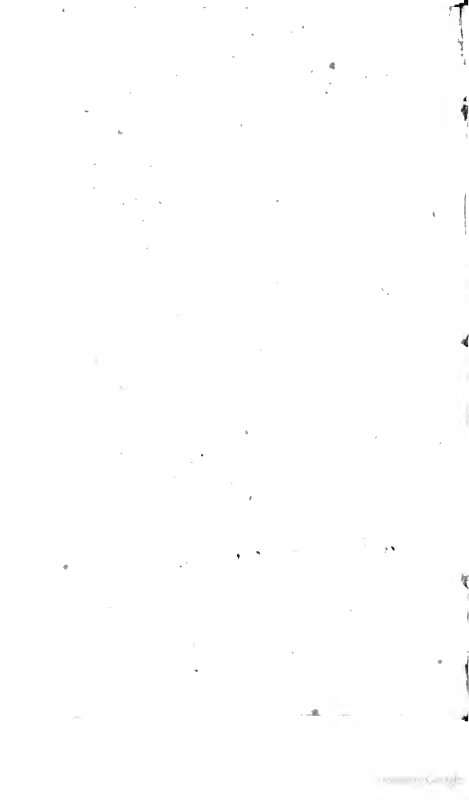
BIBLIOTECA NAZIONALE CENTRALE
FIRENZE

In memoria
di
GALGANETTO GALGANETTI
(1897-1917)

Dono della Famiglia



MANUALE
DI
AGRIMENSURA



MANUALE D' AGRIMENSURA

O SIA

ISTRUZIONE PRATICA ED ELEMENTARE
SOPRA QUEST' ARTE

PER USO DEGLI

INGEGNERI ED AGRIMENSORI

COLL'AGGIUNTA

DELL' ARTE DI LEVAR LE MAPPE

DI

S. F. LACROIX.



SECONDA EDIZIONE.

MILANO
Presso la libreria Dupuy

A SPESE DELL' EDITORE.

1851.

La presente Operetta è posta sotto la protezione
delle veglianti Leggi, essendosi adempiuto a ciò
che esse prescrivono.

B • 22. 4 . 212.

TIP. DOMENICO SALVI E C.^o

Prefazione.



Ricca è l'Italia di libri elementari, ma mancante affatto era di un libro che in breve insegnasse tutti i principj geometrici che servon di base all' agrimensura, in modo da essere intelligibile non solo a quelli che hanno fatto il corso di geometria, ma a quelli ben anco intieramente digiuni di questa scienza.

Con quest' operetta ogni proprietario può da sè levar una mappa de' suoi terreni, stabilirne i confini, livellare i campi, ed infine calcolare la capacità delle botti

e de' tini senza misurarli, determinare il quantitativo di letame, di legna, ec., che un dato mucchio contiene: insomma con questa operetta può pel maggior numero de' casi far senza dell' opera dei periti e degl' ingegneri.

Che l' opera sia tale quale il titolo ce lo dimostra, abbastanza ne fa fede il nome del suo autore: se la traduzione è quale conveniva all' Italia lo giudicherà chiunque avrà la bontà di leggerla, persuaso che se in qualche cosa avrò mancato, bastar deve a scusarmi il buon volere d' essere utile spargendo libri di grande utilità principalmente in un paese agricolo come è l' Italia.

L' EDITORE

MANUALE D' AGRIMENSURA

O SIA

ISTRUZIONE ELEMENTARE

SOPRA QUEST' ARTE

E SOPRA QUELLA DI LEVAR LE MAPPE.



Dalla parola *jügero* (*arpent*) data a diverse misure agrarie in Francia è nato il termine *arpentage*, che in italiano equivale ad *agrimensura*. Questa parola significa l'arte di misurare le estensioni delle terre; cosa che si pratica immediatamente sopra il terreno, ovvero sulla *mappa* che ne fu levata, e che lo rappresenta in piccolo. Da ciò ne viene che nella definizione dell' *agrimensura* si abbraccia talvolta l' *arte di levar le mappe*, ma a torto, giacchè l'una non

adopra tutt' al più che le operazioni più elementari dell' altra, la quale si occupa nel formare le carte delle regioni più considerabili, ed arriva perfino alla misura della circonferenza della terra.

Ambedue queste arti ricorrono a' sussidj della geometria, scienza nata, per quanto sembra, dal bisogno che si ebbe sin quasi nei primordj della società, di stabilire e riconoscere i limiti dei campi; ed è anche a questo solo bisogno che soddisfare debbono quelle nozioni dell' agrimensura trovate opportune da inserirsi in un libro della natura di questo; imperciocchè non^a si potrebbe andare più oltre senza entrare in una spiegazione di metodi e di strumenti che suppongono una cognizione discretamente estesa dei diversi rami delle matematiche, per ottenere la quale indispensabile diventa il ricorrere ai trat-

tati speciali, moltiplicati e propagati infinitamente.

Le prime nozioni però di quest'arte, appoggiate ad un ristretto numero di verità geometriche quasi evidenti da loro stesse, possono rendersi nondimeno utilissime all'abitante delle campagne, perchè lo mettono in istato di conoscere o verificare da sè medesimo la *grandezza* dei pezzi di terra da esso coltivati, di quelli con cui vorrebbe cambiare per riunire delle possessioni troppo spezzate, e di sostituire, nei contratti che massimamente lo interessano, il proprio convincimento alla fiducia più o meno incerta che costretto si trova di collocare negli agrimensori di professione. Queste nozioni stesse dovrebbero entrare fra gli ammaestramenti di chiunque sa scrivere e calcolare; perchè col dare ai numeri un oggetto sensibile, e nell'obligare a tirare delle linee, a disegnare

delle mappe, offrono simultaneamente queste nozioni il miglior mezzo d' esercitare l' intelligenza, e di preparare la mano a quel genere di disegno, che necessario diventa per rappresentare le macchine, ed i lavori delle arti di costruzione, disegno di cui molto importa il diffondere gli elementi. Vedi ciò che riguarda questo piano nel *Saggio sull' ammaestramento in generale, e sopra quello delle matematiche in particolare di S. F. Lacroix* (1).

(1) La mente provvida dell'Austriaco governo nell'istabilire le scuole elementari e tecniche nelle provincie Lombardo-Venete ha in gran parte avuto di mira quanto questo dotto autore suggerisce nel citato Saggio, giacchè in quelle scuole s'insegnano non solo le nozioni elementari di algebra e di geometria, ma ancora il disegno e la stereometria pratica; in somma tutto ciò che è necessario a sapersi non solo da quelli che voglion percorrere la carriera delle scienze, ma ben anche dal proprietario, e dalle persone di campagna, ammaestrandoli principalmente sopra oggetti d'una immediata applicazione, principalmente all'agricoltura.

PARTE PRIMA.

DELL'AGRIMENSURA SUL TERRENO.



1. L'agrimensura si occupa unicamente della superficie, o sia dell'area del terreno, d'una estensione cioè, che ha le sole due dimensioni della *lunghezza* e *larghezza*, supponendola specialmente piana, o per lo meno tanto poco ineguale da non prendersene conto.

Essendo destinata quest'operetta per quelle persone che non conoscono punto o ben poco la geometria, noi crediamo opportuno di esortarle a prendersi

la briga di eseguire tutte le operazioni e disegnare tutte le figure da noi indicate, essendo questo il solo mezzo per comprendere i metodi che noi andremo insegnando, ed i ragionamenti che ne fanno sentire la coerenza.

2. Le figure alle quali si riferisce l'area d'un terreno per misurarla, e le quali bisogna necessariamente saper costruire, hanno i loro contorni formati da *linee rette*.

3. Per una linea retta intende ognuno esser la via più corta per passare da un punto all' altro, quando fra questi due punti non si trovi interposto verun ostacolo.

Due punti determinano una linea retta in modo, che quando si osservano due punti, si concepisce subito la linea che va da un punto all' altro, e non si può prolungarla che in una maniera sola da ciascun lato di questi due punti.

AB, *figura 1.^a*, è una linea retta determinata dai due punti A e B; e le prolungazioni punteggiate AC e BD non formano unite anche con AB, che una stessa linea retta.

4. Per disegnare una linea retta sul terreno basta piantare un palo a ciascuna delle sue estremità, e tendere fra l'uno e l'altro di questi pali un cordone o un filo.

Se questa linea debb'esser d'una grand'estensione, bisogna, fra le sue estremità, segnare diversi punti, e ciò si eseguisce collocando dei pali in modo, che mettendosi in qualche distanza dietro il primo, questo venga a nascondere perfettamente tutti gli altri, locchè prova trovarsi essi nella direzione del raggio visuale, che va da una estremità all'altra della linea, e che è sempre dritta.

Vedi fig. 2.^a

Quest'operazione si chiama *livellare*, o prendere un *livellamento*.

Nella stessa guisa mirando lungo l'orlo d'un regolo, come se livellarlo si volesse sopra un punto, si riconosce se il regolo fra le sue estremità è rilevato, ovvero incavato, e per conseguenza se esso è tirato diritto o storto.

Con un regolo ben tirato si rileva se una superficie è piana, o no, imperciocchè nel primo caso l'orlo del regolo si applica sopra questa superficie in tutti i suoi punti in qualunque posizione si trovi; ciò che non può verificarsi nel caso contrario.

5. Per segnare una linea retta sulla carta si adopera un regolo ben tirato, si applica fra due punti, dall'uno all'altro dei quali deve passare la linea, e si fa poi scorrere lungo questo regolo una matita od una penna.

Se si vuole che la linea sia segnata con tutta l'esattezza, bisogna che la matita sia temperata a piatto per poter es-

sere immediatamente applicata al regolo, ciò che non è eseguibile, quando si adopera una penna. Converrà allora caricare la penna di poco inchiostro, perchè non vi cada dal regolo sulla carta, e converrà inoltre tenere sempre il regolo non già sui dati punti, ma sotto di essi, in modo che, quando la penna è appoggiata al regolo, la sua punta possa cader precisamente sopra quei punti, ponendo ben mente di conservare la penna nella medesima distanza dal regolo, in tutta la lunghezza della linea che viene segnata.

6. Due linee non possono tagliarsi che in un punto solo, ed il punto considerato viene come privo di qualunque estensione.

AB e DC, *figura 3*, hanno per intersecazione il punto E; questo punto è, propriamente parlando, una piccola superficie; ma la sua estensione è tanto più

piccola, quanto è più fino il tratto delle linee AB e CD; e si vede che quando si tratta di livellamenti concepiti dall'occhio, le loro intersecazioni non hanno veruna estensione: ed in questo senso si dice che il *punto non ha veruna dimensione*.

7. La linea retta non è la sola necessaria alle operazioni che io sono per descrivere: vi si adopera anche la linea curva, detta *circonferenza del circolo*, che serve a distinguere sopra una mappa tutti i punti collocati ad una distanza data, da un punto dato sopra il terreno.

Questa si descrive con un cordone di cui un'estremità viene fissata ad un punto, intorno al quale si fa girare l'altra estremità, tenendo il cordone teso: quest'ultima estremità passa così per una serie di punti, i quali sono tutti distanti dal primo in una quan-

tà eguale alla lunghezza del cordone (1).

Per segnare sulla carta una circonferenza di circolo, si adopera lo strumento chiamato *compasso*, conosciuto quasi da tutti, come anche la maniera di servirsene. Da quei compassi che si adoperano per descrivere i circoli si può levare una punta, e sostituirvi un *portamatita*, oppure un *tiralinee*; si può anche in istretto rigore dispensarsene in molti casi, quando il circolo non deve restare sulla figura: il circolo si descrive allora, appoggiandovi alquanto la punta sopra la carta, e ciò si chiama *descrivere colla punta asciutta*. Se si vuol descrivere coll' inchiostro, si può fare an-

(1) Questo modo di descrivere un circolo non è esatto se non si ha l' avvertenza di far girare anche il perno a cui è adattato il cordone, giacchè altrimenti avvolgendovisi sopra il cordone, questo non è sempre egualmente lungo.

che ciò con un poco di destrezza, piantando la punta del compasso in una canna di penna temperata fina, ed alquanto dura.

8. La considerazione della circonferenza del circolo ha prodotto le definizioni e denominazioni seguenti:

La circonferenza del circolo, o sia la linea circolare, è una linea curva, di cui tutti i punti situati sullo stesso piano, sono egualmente distanti da un altro punto preso nello stesso piano, e nominato centro.

Il circolo è lo spazio compreso in questa curva.

La linea BCD (fig. 4) è una circonferenza di circolo.

Il punto A è il suo centro.

Le linee AB, AC, AD, che dal centro vanno alla circonferenza, si chiamano raggi e sono tutti eguali.

La linea AF, che passando per il cen-

tro tocca i due lati della circonferenza è un *diametro*: tutti i diametri sono eguali.

Ogni porzione della circonferenza d'un circolo si chiama *arco*; BC, CD, cc., sono archi del circolo.

9. La situazione rispettiva delle due linee AB e BC, *fig. 5*, che s'incontrano in un punto B, dipende dallo spazio che esse contengono fra loro, e che si chiama *angolo*. Bisogna bene osservare che questo spazio si contempla soltanto per riguardo all'apertura, e che per conseguenza l'angolo formato colla linea AB, BC è più grande dell'angolo formato dalle linee DE ed EF, quantunque queste sieno più lunghe; perchè se si tagliasse la carta secondo le linee DE ed EF, e se ne collocasse poi il pezzo sull'angolo ABC, mettendo DE sopra AB ed il punto D sul punto A, la linea ED cadrebbe al di dentro dell'angolo ABC.

Le linee che formano un angolo sono i suoi *lati*, il punto ove esse s'incontrano è la *punta*.

Da queste premesse si rileva che la grandezza di un angolo non dipende punto dalla lunghezza de' suoi lati.

Nel discorso si contrassegnano gli angoli con tre lettere, collocando in mezzo quella che occupa la punta. Gli angoli della *figura 5* si chiamerebbero quindi ABC e DEF, perchè la punta dell'uno è in B, e quella dell'altro in E. Alle volte quando non vi è da temer confusione si adopera solo la lettera della punta; per cui nel caso nostro si direbbe l'angolo B, l'angolo E, poichè ad ogni punto non vi ha che un angolo solo.

Non si potrebbero enunciare nel modo stesso i quattro angoli che hanno la loro punta in E nella *figura 3*; ma bisogna necessariamente scrivere per cia-

scheduno le tre lettere che li distinguono dagli altri.

10. Fra le varie situazioni che due linee nell'incontrarsi possono prendere l'una rispettivamente all'altra, ve n'ha una tanto rimarchevole, che tutti la conoscono o la distinguono: io intendo con ciò di parlare delle *linee perpendicolari fra loro*.

La *fig. 6* rappresenta questa situazione.

La linea DC che cade sulla linea AB senza pendere nè verso il punto A, nè verso il punto B, è *perpendicolare* a questa linea: tale si è la direzione che prende il *filo a piombo*, di cui molti operaj si servono per vedere se una linea è situata sopra un piano orizzontale, o è a livello.

11. I due angoli ACD e BCD, formati dalla perpendicolare DC con la linea AB, sono eguali, e si chiamano *angoli retti*.

Ogni linea che non è perpendicolare sopra un'altra è *obliqua* rispettivamente all'altra: tale si è CE, *fig. 7*; questa forma con AB due angoli ACE e BCE, che sono ineguali.

L'angolo ACE, più piccolo dell'angolo retto ACD, è *acuto*.

L'angolo BCE, più grande dell'angolo retto, è *ottuso*.

12. La perpendicolare DC, *fig. 8*, è evidentemente la via più breve per andare da un punto D alla retta AB.

13. Se da ciaschedun lato del punto C, ove la perpendicolare DC incontra AB, si prendono delle distanze eguali CE e CF, ogni punto della perpendicolare sarà tanto distante dal punto E, quanto dal punto F; per cui le *oblique* che, come GE e GF, si allontanano egualmente dal piede C della perpendicolare, sono eguali.

Secondo questo principio si perviene

con facilità a condurre perpendicolarmente una linea ad un'altra operazione, che spesso s'incontra nell'agrimensura; ecco il metodo per eseguirla prima sulla carta, e poi sul terreno, secondo le diverse circostanze che possono emergere.

14. Si supponga preventivamente che la perpendicolare debba partire da un punto C, *fig.* 9, preso sulla linea AB; si porteranno sopra questa linea, da ciascun lato del punto C, due distanze eguali CE e CF; dal punto E come centro con un'apertura di compasso presa ad arbitrio, ma sempre più grande di EC, si descriverà un arco di circolo GH; poi, conservando la stessa apertura di compasso si prenderà per centro il punto F, sul quale si descriverà l'arco IK: questi due archi si taglieranno in un punto il quale sarà evidentemente in distanza eguale dal punto E e dal punto

F; e per conseguenza situato sulla cercata perpendicolare.

Se il punto C fosse all'estremità della linea data, in modo che segnata fosse soltanto la parte AC, bisognerebbe prolungare questa parte al di là del punto C verso B.

15. Dovendo alzare la perpendicolare sul punto di mezzo dell'AB, si potrà farlo senza che abbisogni di conoscere questo punto; perchè basterà prendere i punti A e B pei centri degli archi indicati nell'operazione precedente, e descrivere da ciascuno di questi punti due archi dello stesso raggio, l'uno al di sopra di AB, e l'altro al di sotto, come si vede nella *fig.* 10. Si troveranno così i punti D ed L in evidente eguale distanza dal punto A e dal punto B; la linea che gli unirà sarà per conseguenza perpendicolare sopra AB; e siccome essa avrà tutti i suoi punti in distanza e-

guale dalle estremità A e B, così il punto C, ov' essa incontrerà AB, sarà necessariamente il suo punto di mezzo. Questa operazione insegnata da noi in tal guisa può servire anche per dividere una retta in due parti eguali.

16. Se la perpendicolare deve partire da un punto D, *fig. 11*, dato fuori della linea AB, bisognerà prima di tutto descrivere da questo punto come centro, e con un raggio più grande della distanza DC alla linea AB, una porzione di circolo, che segnerà due punti E ed F, dai quali il punto D sarà egualmente distante. Allora non resterà più che di trovare un altro punto L, che sia pure in distanza eguale dai punti E ed F, ed a tale effetto si eseguirà l'operazione precedente. Se poi la retta AB non è lunga abbastanza al di là del punto C, perchè si possa trovare il punto F, converrà prolungarla.

17. Le tre operazioni descritte qui sopra si eseguisciono facilmente sul terreno con un cordone e dei pali. Per la prima si prenderà un cordone più lungo della linea EF, *fig. 9*, e vi si fisserà il mezzo; e dopo d'avere attaccato le sue estremità ai punti A e B, si tirerà esso per il suo mezzo in modo che le sue due metà sieno egualmente tese, e questo mezzo allora segnerà il punto D.

Per la seconda bisognerà di più passare il cordone al di sotto della linea AB, *fig. 10*, onde trovare il punto L; e piantando dei pali a questi due punti, essi daranno la direzione della perpendicolare.

Se la perpendicolare deve partire da un punto D, preso fuori della linea AB, *fig. 11*, si principia dallo stabilire il mezzo del cordone a questo punto, e si tendono le sue metà, fintantochè le loro estremità cadano sulla linea AB. Avendo

trovato in questo modo i punti E ed F, vi si fermano le estremità del cordone, si stacca il suo mezzo, per passare dall'altro lato della linea, come è stato detto, e ciò dà il punto L. Si potrebbe anche contentarsi di determinare il punto C come il mezzo di EF.

18. Con questo metodo però non si potrebbe operare che fra uno spazio ristretto, con molta lentezza, e spesso anche con poca precisione, stante la difficoltà di tendere egualmente le parti del cordone, soprattutto quando il suo mezzo è stabilito. Per evitare quest'inconveniente si adopera uno stromento nominato *squadra d' agrimensura*. Date vengono a questo stromento diverse forme, ma io reputo più vantaggiosa quella che viene indicata nella *fig. 12*. Le due direzioni perpendicolari vi sono contrassegnate da quadranti fessi, o sieno *traguardi*, che collocati alla estremità dei

due diametri vanno a segarsi ad angolo retto, in un cerchio. Questo stromento si posà sopra un piedestallo piccolo, o sopra un piuolo che si pianta in terra.

Quando si mira sopra un punto B, oltre le fessure dei traguardi dello stesso diametro, i due altri traguardi contrassegnano la direzione perpendicolare, di modo che facendo piantare dei piuoli a livello di queste ultime, questi piuoli indicheranno la perpendicolare alzata dal piedestallo dello stromento, sulla linea che risponde al primo livello.

Siccome l'esattezza della squadra consiste nell'eguaglianza dei quattro angoli formati dai due diametri, così facilmente si verifica questa esattezza nel modo seguente:

Si piantano due piuoli A e D sulla direzione de' suoi due diametri, poi si gira la squadra sul suo piedestallo intanto che il traguardo *d* che risponde al

piuolo D, si metta a livello del piuolo A; perchè la squadra sia esatta conviene che il terzo traguardo *b* sia collocato a livello del piuolo D.

Ognuno riconosce che non è sempre necessario di piantare dei piuoli; basta rimarcare sugli oggetti circostanti i punti ai quali corrispondono i primi due traguardi: quanto più saranno questi punti lontani dallo stromento, tanto più sicura ne sarà la verificaione (1).

(1) Io descrissi la squadra d' agrimensura sotto la sua forma più antica, perchè mi sembra anche la più comoda, e la più semplice; attualmente le viene data un' altra forma più portatile, ma che pare meno esatta, perchè l'intervallo fra le due fessure, che rappresentano il traguardo, è più corto e perchè mettendo all' occhio, una specie d' impedimento, non permette che si riconosca facilmente il punto sopra il quale si mira, per il motivo che toglie la vista degli oggetti circostanti, i quali ajuterebbero a distinguerlo.

Alle squadre s'aggiungono alle volte de' traguardi,

Volendo adoperare quest' istromento per condurre una perpendicolare che passi per un punto preso fuori d' una linea, bisogna andare in certo modo tasteggiando col piedestallo dello stromento sopra differenti punti della linea AB, fintantochè si abbia potuto arrivare a quello, nel quale essendo diretto l'uno dei diametri sopra AB, risponda l'altra al punto D. Con un poco di pratica si troverà ben presto in tal modo il punto C, al quale si pianta allora un piuolo; e misurando poi l'intervallo DC, si ha

ovvero delle fessure, che indicano la direzione che tiene il mezzo fra la retta e la sua perpendicolare; ma questo accessorio non è necessario nell' agrimensura.

Osservo in fine che segnando accuratamente sopra una tavola ben levigata e ben grossa due linee perpendicolari, e piantando alle loro estremità quattro spille finissime e dritlissime, si otterrebbe con poca spesa uno stromento capace diservire per tutte le operazioni non troppo in grande.

la distanza più breve dal punto D alla linea AB.

19. Dopo le linee perpendicolari ci si presentano le *linee parallele*, che egualmente delle prime conosciute sono da tutti, perchè si osservano in tutte le costruzioni degli edifizj regolari.

Due linee vengono giudicate per parallele, quando conservano fra loro la distanza medesima in tutta la loro estensione; tali sono le linee CD ed EF, *figura 13.*

Per dar loro questa situazione io le ho condotte perpendicolarmente alla stessa retta AB, perchè allora non inclinando da alcun lato di AB, esse non tendono nè ad approssimarsi, nè ad allontanarsi fra loro.

20. Da ciò risulta che per condurre per un punto E, *fig. 14*, una linea che sia parallela ad una linea data CD, bisogna abbassare dal punto E una per-

pendicolare EC sopra CD, poi da un altro punto qualunque D preso sulla stessa retta CD, alzare una perpendicolare DF, sulla quale si porterà la distanza EC, ciò che darà il punto F: col tirare la retta EF si avrà la parallela richiesta.

Si può abbreviare quest'operazione col limitarsi a cercare, tasteggiando, l'apertura del compasso, con la quale si potrebbe descrivere dal punto E, come centro, un arco di circolo, che semplicemente toccasse la linea CD; con quest'apertura poi, preso come centro il punto D, si descrive un arco di circolo, e si tira la linea EF in modo che essa tocchi semplicemente quest'arco, e che passi poi per il punto E.

21. Se si trattasse di condurre la parallela EF, *fig. 15*, ad una distanza data dalla retta CD, da due punti dati C e D di questa retta, converrebbe al-

zare le perpendicolari CE e DF, ponendole alla stessa lunghezza, ovvero descrivere semplicemente con la distanza data, presa per raggio degli archi di circolo, alla di cui tangente si farebbe passare la linea EF, e questa linea sarebbe la paralella domandata.

Questi metodi si potrebbero facilmente modificare per eseguirli sul terreno sia col cordone ed i piuoli, sia colla squadra d'agrimensura; e perciò passo io adesso alla costruzione delle figure alle quali si riferiscono le superficie, o sia le aree da misurarsi.

22. La maniera più semplice di chiudere uno spazio domanda tre linee rette, dalle quali risulta la figura ABC, *fig.* 16, detta *triangolo*, in cui si distinguono tre lati AB, AC, BC, e tre angoli A, B, C. Unendo dunque tre punti con tre rette, si viene a formare sempre un triangolo.

23. Seguono quindi i *quadrilateri*, le figure cioè di quattro lati: la *figura 17* ne rappresenta una qualunque; ma in questa specie di figure si distinguono separatamente, sotto il nome di *parallelogrammi*, quelle i di cui lati opposti sono paralleli.

ABCD, *fig. 18*, rappresenta un parallelogrammo, e fra questi ultimi si considerano ancora separatamente sotto il nome di *parallelogrammi rettangoli*, o semplicemente *rettangoli*, quelli i di cui lati contigui sono perpendicolari.

ABCD, *figura 19*, è un rettangolo, detto anche volgarmente *quadrato lungo* perchè *quadrato* si chiama il rettangolo i cui quattro lati sono eguali, come nella *fig. 20*.

24. Per costruire un quadrato, data una volta la grandezza del suo lato, bisogna tirare una retta AB di quella stessa lunghezza, alzare in A ed in B

le perpendicolari AD e BC, della stessa lunghezza come AB, e tirando DC si termina di chiudere la figura.

25. Il quadrato, a motivo della sua regolarità, fu scelto per misurare le superficie. Si prende per unità quello che ha per lato l'unità lineale: in questa guisa la *tesa quadrata* è un quadrato che ha una tesa per ogni lato; il *metro quadrato* ha un metro per ogni lato, e così via discorrendo (1).

Ciò posto, il misurare una superficie qualunque significa il cercare quante volte questa superficie contenga il quadrato preso per unità. Se la superficie ha la figura d'un rettangolo ABCD, *fig.* 21, si potranno mettere nel senso della sua lunghezza tanti quadrati eguali *abcd*, quante volte *ab* sarà contenuto in AB;

(1) Veggasi più avanti l'esposizione del sistema metrico.

se ne formerà in questa guisa una serie da potersi ripetere nel rettangolo tante volte, quante la lunghezza di quest'ultimo contiene il lato del quadrato *abcd*, tante volte cioè quante vi sono unità lineali nel lato AD. Il numero totale dei quadrati contenuti nel rettangolo ABCD sarà per conseguenza eguale al prodotto dei numeri d'unità lineali contenuti nei due lati contigui di questo rettangolo. Sulla figura l'uno di questi lati contiene cinque parti, l'altro sei; il numero de' quadrati contenuti nel rettangolo sarà dunque di 5 volte 6, o sia 30; da ciò deriva la regola che la misura d'un rettangolo è eguale al prodotto della sua lunghezza moltiplicata nella sua larghezza.

26. Una semplice moltiplicazione basta quindi per trovare la superficie di questa figura; ma il calcolo esige una particolare attenzione quando i lati non

contengono un esatto numero di unità. Il mezzo più semplice consiste nell' esprimerle con le frazioni della specie più piccola, e di prendere allora per unità di superficie il quadrato formato sopra questa piccola specie; il *piede quadrato*, cioè, se le larghezze furono ridotte in piedi; in *pollici quadrati*, se ridotte furono in pollici; e così in seguito, essendo sempre facile il convertire un numero di pollici quadrati in piedi quadrati, indi un numero di piedi quadrati in tese quadrate.

Supponiamo, per esempio, un rettangolo, che nell' uno dei lati abbia 5 tese e 2 piedi, e nell' altro 6 tese e 4 piedi; riducendo il tutto in piedi si troveranno 32 piedi dall' uno, e 40 piedi dall' altro lato, ed il prodotto di questi numeri sarà 1280 piedi quadrati. Per riportare questa misura alla tesa quadrata bisogna dividere col numero dei piedi qua-

drati contenuti in una tesa quadrata, e siccome questa tesa è un rettangolo, i cui due lati hanno ciascuno 6 piedi di lunghezza, essa perciò contiene 36 piedi quadrati. Dividendo adunque 1280 per 36, si ottengono 35 tese quadrate; più un resto di 20 piedi quadrati. Tale sì è la misura del proposto rettangolo.

Questa maniera d'operare porta sempre una gran serie di numeri che si possono evitare decomponendo la superficie proposta, come mostra la *figura 22*. Si prenda prima la superficie del rettangolo ABCD, i cui lati AD ed AB sono rispettivamente di 5 e di 6 tese, ciò che dà 30 tese quadrate. Restano a calcolarsi il rettangolo BCEF, che ha 5 tese di lunghezza e 4 piedi di larghezza; il rettangolo CDGH che ha sei tese di lunghezza sopra due piedi di larghezza; finalmente il rettangolo CEIH, che ha quattro piedi di lunghezza sopra

due di larghezza. Il primo di questi tre rettangoli si ottiene col moltiplicare 3 tese per 4 piedi, che sono i $\frac{2}{3}$ d' una tesa; ne risultano dunque i $\frac{2}{3}$ delle 3 tese quadrate o sia 3 tese quadrate ed un terzo, o sia 3 tese quadrate e 12 piedi quadrati. Il rettangolo CDGH ha per misura 6 tese moltiplicate per 2 piedi, o da un terzo di tesa, ciò che produce due tese quadrate. Finalmente il rettangolo CEIH, la cui lunghezza è di quattro piedi, e la larghezza di due da 8 piedi quadrati. Riunendo i quattro numeri

30 tese quadrate

3 12 piedi quad.

2 „

„ 8

si trova come qui sopra 35 tese quadrate, e 20 piedi quadrati.

Quest' esempio basterà a coloro che possiedono il calcolo delle frazioni, o delle

parti aliquote, per metterli in istato d'operare sopra qualunque numero. L'uso delle misure decimali semplifica di molto questa specie di calcoli, come si vedrà trattando dell'esposizione del sistema decimale.

27. Non bisogna confondere le relazioni de' lati delle figure con quelli della loro superficie; quando si enunciano, per esempio, 6 piedi in quadrato, e sei piedi quadrati, la prima superficie, la quale è la tesa quadrata, avendo sei piedi di lunghezza sopra altrettanti di larghezza, contiene 36 piedi quadrati, laddove l'altra superficie è soltanto equivalente a 6 di questi piedi.

Nello stesso modo quando si raddoppia la lunghezza dei lati d'un quadrato lo si rende quattro volte più grande che non lo era prima, poichè se prima aveva un piede di lato, ne acquista 2, e la sua area per conseguenza contiene quattro piedi quadrati.

28. La misura del rettangolo fa trovare facilmente quella dei triangoli. Fra questi ultimi io considererò prima quelli che hanno due lati perpendicolari, e che per tal motivo si chiamano *triangoli rettangoli*. Tale si è il triangolo ABC della *figura 23*, nel quale il lato BC è perpendicolare al lato AB, e l'angolo B è per conseguenza retto.

Se dal punto A si concepisce la linea AD parallela a BC, e dal punto C la linea DC, parallela ad AB, si formerà un rettangolo ABCD, di cui il triangolo ABC sarà evidentemente la metà. Questo rettangolo avrebbe per misura il prodotto della sua lunghezza AB per la sua larghezza BC (veggasi disopra il n.º 25). Il triangolo ABC essendone la metà, avrà dunque per misura la metà del prodotto dei suoi due lati perpendicolari AB e BC, o sia, ciò che forma la stessa cosa, il prodotto dell'uno di essi per la

metà dell' altro; AB per esempio essendo eguale a 7 unità, e BC a 4, si avrà due volte 7 o sia 14 per la superficie del triangolo ABC.

Un triangolo qualunque può sempre essere ricondotto a due triangoli rettangoli, coll' abbassare dall' uno de' suoi angoli una perpendicolare sopra il lato opposto; ciò che presenta due casi secondo che la perpendicolare cade al di dentro del triangolo, come nella *fig. 24*, od al di fuori, come nella *fig. 25*.

Ciò posto, il triangolo ADC, *fig. 24*, essendo il rettangolo in D, avrà per misura, secondo quanto si è detto, il prodotto di AD per la metà di DC, e così anche il triangolo BDC avrà per misura il prodotto di BD per la metà di DC: mettendo insieme questo prodotto si otterrà la superficie del triangolo proposto ABC, poichè esso è la riunione degli altri due. È da osservarsi che questi

prodotti formati essendo con un moltiplicatore comune, il quale è la metà di DC, se ne troverebbe immediatamente la somma col prendere per moltiplicando la somma dei moltiplicandi parziali AD e BD, il lato AB, cioè tutto intiero: supponendo dunque che AB contenga 14 unità, e DC 8, si otterrà 4 volte 14 o sia 56 per la superficie del triangolo.

Anche nella *fig. 25* il calcolo de' triangoli rettangoli ADC e BDC è il medesimo, ma in vece di aggiungere i prodotti bisogna detrarli, perchè il triangolo proposto ABC è l'eccesso del triangolo ADC sul triangolo BDC. In vece di moltiplicare separatamente AD e BD per la metà di DC, per sottrarre in seguito il secondo prodotto dal primo, si potrà prendere prima l'eccesso di AD sopra BD, il quale è precisamente il lato AB, per moltiplicarlo con la metà di CD. Contenendo, per esempio, il lato AB 10

unità, DC 8, si otterrà 4 volte 10 o sia 40 unità quadrate, per la superficie del triangolo ABC.

Il lato del triangolo, sopra il quale si abbassa la perpendicolare, si chiama *base*, e la perpendicolare *altezza*; si vede dunque dalla premessa, che *la misura dell' aree d' un triangolo è il prodotto della sua base per la metà della sua altezza.*

La formola data in quest' articolo per valutare l' area d' un triangolo dato esige un' operazione sussidiaria, quella cioè d' abbassare una linea perpendicolare da uno degli angoli di questo triangolo sul lato opposto; ma noi qui ne daremo anche un' altra più semplice, che non richiede che la semplice misura dei lati.

Sommate i tre lati; prendete la metà della somma ritrovata, detraete alternativamente ciascuno de' lati, fate il prodotto

della semi-somma e de' tre residui, la radice quadrata di questo prodotto sarà la misura dell' area del triangolo proposto.

(Ognuno si ricorderà che la radice quadrata d' un numero, è il numero che moltiplicato per sè stesso riproduce il numero primo.)

Siano, per esempio, i tre lati del proposto triangolo 5. 12. 13 metri; la loro somma sarà 30, e la sua metà 15. Se da questa semi-somma si detraggono i tre lati 5, 12, 13, il primo residuo sarà 10; il secondo 3, il terzo 2. Si moltiplichino insieme questi tre residui, e la semi-somma 15, e si avrà per prodotto 900. La radice quadrata di 900 è 30; dunque l' area del proposto triangolo sarà di 30 metri quadrati.

Se si delineerà questo triangolo sulla carta secondo quello che diremo al n.º 41, si vedrà che è rettangolo all'unione dei lati 5 e 12, e che per conse-

guenza il lato 5 essendo posto per base, 12 sarà l'altezza. Ora seguendo la formola indicata più sopra si avrà per l'area il prodotto di 5 per 6, vale a dire 30, egualmente che coll'altra formola.

L'uso della tavola de' logaritmi abbrevia d' assai il calcolo, ed eccone un esempio :

I lati essendo metri	53		
	77		
	98		
	somma	228	
	semi-somma	114	
Da	114	. . . 114	114
levando	53	77	98
residuo	61	. . . 37	. . . 16

Log. 114 = 2, 05690.

61 = 1, 78553.

37 = 1, 56820.

16 = 1, 20412.

	somma	6, 61455.
metà	3, 30727,	logarit. di 2029.

La misura dell'area richiesta sarà dunque di 2029 metri quadrati.

29. Dai triangoli si passa ai parallelogrammi. Tirando nel parallelogrammo ABCD *fig.* 26 dall' uno degli angoli al suo opposto una linea AC, che si chiama *diagonale*, si divide questo parallelogrammo in due triangoli, che sono visibilmente eguali tra di loro; per esempio, il triangolo ABC ha per misura secondo il numero precedente la metà del prodotto dalla sua base AB per la sua altezza CE; il parallelogramma essendo il doppio del triangolo avrà dunque per misura questo prodotto tutto intiero.

Bisogna osservare che la perpendicolare CE segna l'*altezza* del parallelogramma, e che dando allora al lato AB il nome di *base* si dice che *l'area d'un parallelogramma è eguale al prodotto della sua base per la sua altezza.*

30. Nei quadrilateri si distingue anche

il trapezio, il quale ha due lati soli paralleli $ABCD$, *fig. 27*: è un trapezio. Tirando una diagonale AC esso viene diviso in due triangoli: il triangolo ABC ha per misura AB moltiplicato con la metà di EC , ed il triangolo ACD , la CD moltiplicata con la metà di AF ; ma AF è evidentemente eguale a CE a motivo del parallellismo delle linee AB , e CD , il moltiplicatore sarà dunque lo stesso ne' due prodotti; e si otterrà per conseguenza la somma di questi prodotti, o sia l'area del trapezio moltiplicando tosto la somma dei moltiplicandi CD ed AB col moltiplicatore comune, che è la metà dell'altezza CE .

Da ciò risulta che l'area d'un trapezio ha per misura il prodotto della somma dei suoi due lati paralleli con la metà della loro distanza perpendicolare.

Se AB contenesse 9 unità, CD 3, CE 4, si otterrebbe l'area del trapezio ag-

giungendo il numero 9 al 3, e moltiplicando la loro somma 12 con la metà del 4, ciò che darebbe 24.

31. Con queste date regole si misura ogni terreno, il cui contorno è composto d'un numero qualunque di linee rette, purchè sia praticabile in tutti i casi: basterà a tal uopo di unire l'uno de' suoi angoli a tutti gli altri, segnando nel suo interno delle linee diagonali, come si vede nella *fig.* 28. Esso si trova diviso in triangoli, dei quali si calcola separatamente l'area, misurando il lato sopra il quale abbassata venne la perpendicolare, e questa perpendicolare medesima: la somma di tutti i risultati dà la superficie del terreno proposto.

32. Vi ha anche un altro metodo di decomporre in figure semplici un terreno qualunque, mediante il quale restano meno linee da misurarsi, che col precedente. In vece di condurre delle

diagonali da un angolo a tutti gli altri, si tira una linea, come AD *fig. 29*, che attraversa il terreno nella sua maggiore lunghezza, e da ciascuno de' suoi angoli si abbassa una perpendicolare sopra questa linea: il terreno si trova allora diviso in triangoli rettangoli, ed in trapezj, di cui due lati sono perpendicolari al terzo.

Si otterrà l'area di ciascun triangolo, prendendo la metà del prodotto della sua altezza, che è la perpendicolare abbassata dalla sua punta sulla linea AD, per la sua base, che è la distanza dal piede di questa perpendicolare all'una o all'altra delle estremità della linea AD, che io chiamerò *direttrice*.

Per calcolare ciascun trapezio, a cagion d'esempio BbcC, si riguardano le perpendicolari Bb, Cc come le basi, e si prenderà bc per la sua altezza.

Ciò fatto, la somma della superficie

de' triangoli, e di tutti i trapezj, dai quali è composta la figura, darà quella del terreno.

33. Il processo esposto nell'articolo precedente ha sopra quello del n.º 31 il vantaggio di potersi applicare a' terreni, il cui interno non è praticabile in tutti i casi. La *fig. 30* rappresenta quest' applicazione. Si tiri prima una direttrice AB, in modo che le sue estremità A e B oltrepassino interamente le parti del terreno che maggiormente sporgono in fuori da ciascun lato. Ai punti A e B si alzeranno due nuove direttrici AD e BC, perpendicolari alla prima; se ne tiri in seguito una quarta DC perpendicolare sopra AD, ciò che finisce di rinchiudere il terreno in un rettangolo; da ciascuno degli angoli del terreno si abbassino finalmente sopra queste direttrici delle perpendicolari che dividano in trapezj, o sia in triangoli

rettangoli, tutto lo spazio compreso fra il rettangolo ABCD ed il terreno proposto. Se si sono misurate effettivamente le altezze e le basi di questi trapezj e di questi triangoli, e se si sono calcolate le superficie secondo le regole date qui sopra, e poscia si sottragga la loro somma dalla superficie del rettangolo ABCD, si otterrà quella del terreno proposto, per quanto irregolare sia la sua figura.

34. Se il terreno da misurare non è terminato da linee rette, si potrà sempre racchiuderlo in una figura rettilinea pochissimo differente, o far passare ciascun lato di questa figura, parte internamente, parte esternamente del terreno proposto, in modo che le porzioni lasciate al di fuori del terreno compensino quelle che restate sono al di fuori della figura, come nella *figura 31*; ciò si potrà far sempre facilmente, quando moltiplicate si saranno le linee rette

nel contorno del terreno quanto basta perchè non rimangano da stimare a vista, che delle piccolissime porzioni.

Le semplificazioni che le diverse forme del terreno offrir potessero alle operazioni di sopra indicate dar potrebbero luogo a molte osservazioni non opportune al nostro argomento; ogni lettore però suscettivo d'attenzione, ed istruito dall'esercizio, principiando con esempj facili sulle operazioni da me additate, senza fatica potrà immaginare gli spedienti convenevoli alle circostanze che andrà incontrando: l'aspetto del terreno ne suggerisce assai più, che riportare non si saprebbero in un trattato anche il più sviluppato.

Per mettere il mio lettore in istato di misurare sul sito un terreno qualunque che sia presso a poco orizzontale, non mi resta che d'additargli il modo con cui si prende sul terreno la misura

delle linee, giacchè nei n.º 16—18 ho già detto come si conducono le perpendicolari.

35. Per misurare una distanza si adoperano o delle misure inflessibili, come una tesa, una pertica, ovvero un cordone diviso da' nodi in un certo numero d'unità, od anche una catena; ed in alcune parti della Francia si adopera pure un gran compasso di legno di tre a quattro piedi di lunghezza, avente fra le sue gambe un arco di ferro sul quale indicate sono le diverse lunghezze comprese nelle aperture che gli si danno. Quest'ultimo istromento dovrebbe rigettarsi del tutto, prima perchè è difettoso in sè stesso, poi perchè è difficile di ben misurare con esso in linea retta, e finalmente perchè piantandosi le sue punte più o meno, secondo la consistenza del terreno sopra il quale posa, le accavalcate del compasso esser

non possono tutte eguali; e siccome una distanza mediocre ne contiene un gran numero, così il più piccolo errore ripetuto tante volte, dà luogo a considerabilissime inesattezze.

Il mezzo più giusto, e nello stesso tempo anche il più semplice di misurare una distanza, si è quello di adoperare due pertiche di legno ben secco diviso prima con molta accuratezza secondo la misura adottata di tesa o di metro. Per farne uso si tende un cordone nella direzione della linea da misurarsi, contrassegnata da un numero sufficiente di pali (n.º 4), e si collocano le due pertiche l'una all'estremità dell'altra lungo questo cordone, poi si rialza la prima pertica per posarla in seguito alla seconda. Continuando in questo modo, finchè si perviene al termine della linea, coll'attenzione di evitare col successivo collocamento delle pertiche qua-

lunque urto potesse levare del suo posto quella che serve d'appoggio, si otterrà una misura esattissima, soprattutto se si avrà la cura di mettere le pertiche orizzontalmente, alzando quella delle loro estremità, che fosse la più bassa, ben a livello sull'estremità che le corrisponde nella pertica precedente: vedi *fig. 52* che rappresenta quest'operazione.

Si può per verità dispensarsi il più delle volte da queste troppo minute precauzioni: io penso però che non è mai ben sicuro il sostituire alla pertica un cordone, la cui lunghezza può variare ad ogni momento, secondo la forza colla quale vien teso. Per evitare questo inconveniente, gli agrimensori si servono d'una catena di ferro, portante alle sue due estremità due anelli, che vengono fermati al terreno con dei piuoli di ferro chiamati *mastj*. La vista di questa catena farà conoscere il suo uso meglio di qua-

lunque descrizione potessi io qui darne: mi limiterò quindi ad indicare la maniera colla quale si adoprano i mastj, onde prevenire gli sbagli che commetter si potrebbero tutte le volte in cui si stende la catena sopra una medesima direzione.

Due individui portano la catena: quello che va innanzi ha nelle sue mani tutti i mastj in numero di dieci, e ne pianta uno nell'anello della catena, dopo di averla distesa sul terreno nella competente direzione; ciò fatto, egli rileva la catena, si rimette in cammino fintanto che l'altro individuo, il quale porta l'altra estremità di quella catena, sia arrivato al mastio piantato, e vi abbia attaccato l'anello che egli tiene in mano. Quando, in questa seconda situazione, la catena è distesa dall'individuo che va innanzi, questi vi pianta il suo secondo mastio, e l'altro indivi-

duo rileva il primo mastio, e viene a collocarsi al secondo, il quale viene da lui rilevato come il primo. In questo modo i mastj passano successivamente nella mano dell'individuo che li rileva, e quando esso gli ha tutti, è sicuro che la catena è stata collocata dieci volte di seguito, dal primo punto, fino a quello ove questo individuo è arrivato; egli rende allora i mastj al primo, e l'operazione continua nella stessa maniera di prima. Notando con esattezza tutte le decine di catena, si previene ogni sbaglio che potesse nascere sul numero di queste catene, e che senza la precauzione da me indicata si verrebbe ad incontrare frequentemente.

Quando non si cerca la misura d'un terreno che per approssimazione, o soltanto si ha di mira di fare la *ricognizione d'un terreno*, si misurano le distanze col numero de' passi che si fanno

nel percorrerlo. Si converte in seguito questo numero in misure ordinarie, moltiplicandolo per la lunghezza d'un passo.

Per valutare il proprio passo, si percorre una distanza alquanto considerevole, conosciuta, e misurata con cura, e se ne divide la lunghezza col numero de' passi che si sono trovati. Se per esempio essa fosse di 1000 metri, e che si fossero fatti 1209 passi, ne risulterebbe, che uno di questi vale 0.^m 827, cioè 83 centimetri all'incirca. Ripetendo varie volte questa prova si verrà a capo d'abituarsi ad un passo regolare, che potrà servire al congruaglio in una maniera abbastanza approssimativa anche per distanze considerevoli.

Anche per riguardo a quest' ultimo modo di misurazione si trovano alle volte degli imbarazzi, perchè l'attenzione e la memoria spesso errano, quando il numero de' passi è un poco grande.

A quest'inconveniente però facilmente si va incontro coll' istromento denominato *adometro*, vale a dire *conta passi*, che si attacca al ginocchio, e sul quale si trova segnato a ciascun istante il numero de' passi fatti. Di queste macchine se ne sono fatte di quelle che detraggono i passi che si può essere obbligati di fare in una direzione contraria. Ve ne sono ancora di quelle che si attaccano alle ruote delle carrozze, e che marcano esattamente i loro giri; ciò che può esser comodo per misurare le distanze sulle strade orizzontali, e sempre eguali.

Il tempo può parimenti servire alla misura delle distanze, quando sono un poco grandi, e ci dispensa dal computarle. Se si ha un orologio a secondi, e che si provi ripetutamente quanto tempo s'impiega a percorrere una distanza la cui misura sia ben conosciuta,

se ne concluderà il cammino che si può fare col medesimo passo in qualunque altro tempo. Suppongo che siasi percorsi 1000 metri in dodici minuti, e che siasi impiegata un' ora e 45 minuti per un' altra distanza; ne segue che per ogni minuto si fanno 83 metri, e 533, e che per conseguenza si sono dovuti fare in un' ora e 45 minuti, o 105 minuti, 8750 metri.



PARTE II.

DELLA LEVA DELLE MAPPE.



36. **P**rese una volta le misure, invece di effettuare i calcoli sopra il luogo stesso in seguito ad ogni operazione parziale; consegnare si possono queste misure sopra uno *schizzo*, ove figurate si sono presso a poco le linee che concepite furono sul terreno, e fare poi da sè le operazioni numeriche; ed allora facilissimo diventa il costruire colle date

misure la pianta del terreno che si è proposto di voler *perticare*; basterà a tale oggetto il ridurre le misure prese sul terreno ad una proporzione che permetta di collocarle sulla carta destinata alla mappa, prendendo, per esempio, un pollice per rappresentare una tesa, o 12 tese, o 120 tese, ec., secondo la grandezza del terreno da disegnare. Se si misurasse a metro, converrebbe prendere il centimetro per rappresentare un metro, o dieci metri, imperciocchè sarà sempre una precauzione, se non indispensabile, utile per lo meno, di far costantemente le riduzioni secondo i numeri che dividono esattamente la misura adottata. Quando si prende, per esempio, un pollice per rappresentare una tesa, ogni piede di terreno occupa sulla carta due linee; se il pollice rappresenta dodici tese, la tesa del terreno occupa sulla carta una linea, e così in seguito.

Non si ha dunque bisogno d' altro, che d' un piede ben diviso, per trovare la grandezza che deve prendere ogni retta, passando dal terreno sulla carta. Quest' operazione sarebbe anche più facile e più esatta se si misurasse a metro, perchè le riduzioni decimali conformi essendo alla base della nostra numerazione, si effettuano con una maggiore speditezza; oltre di che si trovano anche in commercio dei doppj decimetri fatti di bosso, molto migliori per l'esattezza delle divisioni, che l' antico piede di re, e ad un prezzo molto inferiore.

37. Non avendo un doppio decimetro o un piede abbastanza ben diviso, per servirsene, come già dissi, o volendo adottare per la tesa o per il metro una lunghezza non segnata nè sul piede, nè sul decimetro, per comprendere tutta una mappa sopra una carta di data grandezza, bisogna allora costruire una

scala, assegnare cioè una linea AB *fig.* 33 per la grandezza che occupar deve sulla carta un dato numero di tese, o di metri, per esempio, dieci. Si divide prima questa linea in due parti eguali, ciò che dà cinque tese per parte: poi si divide ciascuno di questi intervalli in cinque parti, e così si ha la grandezza che deve occupare una tesa od un metro; finalmente si divide in sei parti lo spazio che rappresenta una tesa, onde avere dei piedi, ed in dieci quello che rappresenta un metro, onde avere dei decimetri. Vi sono dei mezzi per effettuare con precisione tutte queste divisioni; ma tale precisione è piuttosto intellettuale che reale, ed una certa abitudine rende più pronto e sicuro il modo di andar tasteggiando per formare le misure giuste, di quello che l'uso di tali mezzi.

Per poco che si abbia maneggiato il compasso, si sa che dopo d'aver preso

a vista la metà d'una retta bisogna portare l'apertura del compasso due volte sopra questa retta, partendo da una delle sue estremità: e se non si cade esattamente sull'altra, si divide presso a poco la differenza in due parti eguali, aprendo o stringendo il compasso in una quantità competente: questa nuova apertura si porta due volte sopra la linea, ed il più delle volte essa la darà esattamente: che se ciò non succedesse, si corregge lo sbaglio, come si è fatto per la prima apertura, e si ottiene così ben presto l'apertura del compasso, che comprende la metà della linea. Quest'operazione è applicabile a tutte le divisioni della linea retta, e la sua riuscita è fondata sulla facilità che ha l'occhio di ripartire in porzioni eguali i piccoli spazj.

58. Costruita una volta la scala, molto facile diventa il disegnare sulla carta le *fig. 29 e 30*, giacchè altro non si fa che

condurre le direttrici, portare sopra ciascuna il numero delle divisioni che rappresentano le distanze dei piedi delle perpendicolari all'una od all'altra delle estremità di queste direttrici, poi alzare le perpendicolari col loro piede così trovato, ed unire la loro seconda estremità con delle rette, come lo sono sul terreno.

39. Questo disegno, che non deve offrire veruna difficoltà, quando effettuate si saranno tutte le operazioni descritte precedentemente, potrebbe sembrare lungo, se alzare si dovessero tutte le perpendicolari secondo il metodo del n.° 14. Si può abbreviarlo servendosi d'una squadra, che per ordinario consiste in un triangolo di legno rappresentato colla *fig.* 34. Si applica uno dei lati del suo angolo retto sopra la linea, sulla quale si vuole alzare la perpendicolare, in modo che il punto B cada

sul piede di questa perpendicolare: descrivendo allora una linea lungo il lato BC, si avrà la perpendicolare richiesta.

Se la squadra è giusta si può esser sicuri della sua esattezza, ma ciò nasce di rado; e quando anche la squadra sia giusta, logorandosi il legno può renderla inesatta; e perciò sarà meglio costruire una prima perpendicolare con tutta la cura possibile, ed adoprare poi la squadra per condurre parallele e questa e tutte le altre, come sono per dirla. Si applichi uno dei lati della squadra sulla prima perpendicolare BD, *figura 35*, e si collocherà sotto l'altro lato un regolo EF; conservando indi questo regolo nella stessa situazione si farà scorrere la squadra, di cui il lato BC si avanzerà sempre parallelo a sè stesso, e conducendola successivamente sui differenti punti della linea GH, dai quali

alzare si voglia la perpendicolare, esso ne segnerà la direzione.

Quando con questi mezzi sarà stata costruita la mappa del proposto terreno, si potrà in essa disegnare qualunque figura; se ne misureranno i lati col mezzo della scala, e se ne calcoleranno le superficie con le regole proprie a ciascuna di queste figure. Le direttrici perpendicolari (n.º 32) divergono alle volte di molto dal contorno del terreno, abbracciando uno spazio troppo grande ed obbligando a misurare più linee che non converrebbe: ma per far conoscere dei mezzi più spicciativi è necessario di rimontare più indietro.

40. Non considerando da principio sul terreno che due punti A e B, *fig.* 36, tutto ciò che si può fare per rappresentarne sulla carta la rispettiva situazione, si limita a misurare la distanza di questi punti, ed a tirare sulla carta

una retta ab , alla quale si darà, in tante parti della scala, una lunghezza eguale alla misura della distanza AB .

Se si prende in seguito sul terreno un terzo punto C , *fig. 37*, converrà legarlo con i punti A e B in modo da determinare la sua situazione relativamente a questi due punti, e trasportare sulla carta i risultati dati da quest'operazione, onde trovare un punto c , collocato rispettivamente ai punti a e b come il punto C si trova rispettivamente ad A e B .

Tale si è il problema che si ha da risolvere continuamente, quando si leva una mappa qualunque, e si può farlo in tre differenti maniere, come io sono per dimostrare successivamente.

41. Ognuno facilmente comprende che la cognizione delle distanze AC e BC , farà trovare sul terreno la posizione del punto C , quand'anche non vi sia

contrassegnata; imperciocchè se al punto A si fissa l'una delle estremità d' un cordone di eguale lunghezza come la distanza AC, ed al punto B quella d' un cordone di eguale lunghezza come la distanza BC, sia avvicinando le due altre estremità di questi cordoni, esse si riuniranno precisamente al punto C.

Effettuare si può sulla carta un' analoga operazione, prendendo successivamente sulla scala due aperture di compasso corrispondenti alle distanze AB e BC, misurate sul terreno, descrivendo poi degli archi di circolo dal punto *a* come centro con la prima delle sue aperture, e dal punto *b* come centro con la seconda, questi archi si taglieranno in un punto *c*, le cui distanze staranno con i punti *a* e *b* nella stessa relazione, come stanno le distanze del punto C con i punti A e B.

Con una simile operazione, se a due

dei punti A, B e C si lega un quarto punto D, si troverà sulla carta la posizione del punto *d* che gli corrisponde; poi passando così d'avvicino a tutti i punti rimarchevoli d'un terreno se ne leverà la mappa senza adoperarvi altri stromenti, che la pertica, o la catena, ed i piuoli.

42. In vece di legare il punto C ai punti A e B con le distanze AC e BC, si può cercar di determinare l'inclinazione della linea AC relativamente alla linea AB, o sia l'angolo che formano insieme queste due rette, e misurare soltanto la distanza AC; imperciocchè se sul terreno si avesse un punto C, *fig. 38*, sul livello della retta AC, si cadrebbe sul punto C, portando a questo livello una lunghezza eguale alla distanza AC.

Gli angoli sul terreno si prendono immediatamente con la *tavoletta*, stro-

mento che sotto alla sua forma la più semplice, altro non è che una piccola tavola portatile, che ha un piede tale da poter essere senza fatica collocato orizzontalmente. Sopra questa tavola si fissa il foglio di carta destinato a ricevere la mappa: e per prendere il livello si può servirsi d'un regolo solido che si pone sulla carta, accostandone l'orlo al punto che si prende di mira; vedi *fig. 59*. Tirando così una linea lungo il regolo, si ottiene sulla carta il desiderato livello.

Per misurare l'angolo *BAC*, *fig. 40*, si porterà la tavoletta in *A*; si planterà una spilla al punto *a* corrispondente a piombo sul punto *A* del terreno: si applicherà l'orlo del regolo contro questa spilla, dirigendolo verso il livello del piuolo del punto *C*, avendo cura che quest'orlo sia sempre applicato contro la spilla; si tirerà finalmente la li-

nea ac , e l'angolo bac sarà lo stesso che l'angolo BAC .

Si compirà di determinare la posizione rispettiva dei tre punti a , b , c , col portare sulle linee rette ab ed ac partendo dal punto a , i numeri delle parti della scala corrispondenti alle distanze AB ed AC misurate sul terreno.

La stessa operazione effettuata sui differenti punti che si possono adocchiare dal punto A , li legherebbe tutt'insieme, e darebbe la posizione di quelli che le rappresentano sulla mappa, come viene bastantemente indicato nella *figura 41*; ivi si vede come dirigendo successivamente il regolo sopra i piuoli piantati ai punti B , C , D , E , F , poi misurando sul terreno le distanze AB , AC , AD , AF ed AE si perviene ad ottenere sulla carta i punti b , c , d , e , f , ed a formare la figura $abcdef$, simile al contorno del terreno.

Per legare col punto C *fig. 42* un quarto punto G che non si può adocchiare dal punto A, o che ne sarebbe troppo distante, bisogna trasportare la tavoletta in C: piantare la spilla al punto c, mettere quindi il regolo eontro la spilla, e sopra la linea *ac*; poi girare la tavoletta in modo, che il punto *a* sia nella direzione del piuolo piantato in A. Ciò fatto si dirizzerà il regolo verso il piuolo piantato in G; si tirerà *cg*, e si avrà l'angolo *acg*.

Misurando in seguito la distanza CG, e prendendo la lunghezza corrispondente in parti della scala per portarla sopra *cg*, si otterrà il punto *g*, che rappresenta sulla pianta il punto G.

Continuando ad operare in tal guisa si può passare ad un quinto punto, e si può eseguire un contorno qualunque portandosi alla cima di ciascuno di questi angoli, ovvero a tutti

gli osservabili cangiamenti della sua direzione.

Se il contorno sarà chiuso, determinando l'ultimo lato, si dovrà ricadere sul punto dal quale si è partiti, e ciò si chiama *chiudersi*. Rare volte si può riuscirvi esattamente; non trovandovi però uno sbaglio di molta considerazione, si rimuove alquanto ogni punto, per arrivare giusto all'ultimo, ripartendo questo sbaglio sul complesso dell'operazione.

43. La terza maniera di legare un punto C con due altri punti A e B, applicata al caso in cui non si potesse avvicinarsi a questo punto, *fig. 43*, consiste nel prendere gli angoli A e B del triangolo BAC. Essa è fondata sull'ipotesi, che il punto C determinato sarebbe sul terreno se si avesse un punto E nel livellamento AC, ed un punto F nel livellamento BC, perchè prolungando

questi livellamenti o con de' cordoni, od altrimenti, le loro direzioni non potrebbero incontrarsi che nel solo punto C.

Si stabilirà adunque prima di tutto la tavoletta in A, *figura 44*; per descrivere l'angolo *bac* come si è insegnato al n.º 42; ma non si misurerà che AB per dare alla retta *ab* la lunghezza corrispondente in tante parti della scala; poi si trasporterà la tavoletta in B: essa verrà ivi collocata in modo, che il punto *b* ove sarà piantata la spilla, risponda a piombo sul punto B, e che il punto *a* sia rivolto verso un piuolo, che sarà stato piantato al punto A quando si avrà levato di là la tavoletta. Ciò fatto, si dirizzerà il regolo sul piuolo del punto C; questo regolo incontrerà al punto *c* la retta condotta dal punto *a* verso lo stesso piuolo del punto C.

Con quest' ultima operazione si leva speditamente la pianta d' un terreno;

quando è possibile di trovare due punti dai quali adocchiar se ne possa un gran numero d'altri; ed allora non si ha altro bisogno, che di misurare una distanza dei due primi punti, distanza che si chiama *base*, e che non deve essere presa troppo in piccolo, come si spiega bastantemente alla *fig. 45*.

Bisogna finalmente osservare ancora, che se si volesse segnare sulle mappe un punto E, che non fosse visibile dai punti A e B, vi si potrebbe riuscire, portando successivamente là tavoletta nei due punti C e D già determinati, e dai quali visibile fosse il punto E. Si procederebbe a ciascuno di questi punti come si è fatto in A ed in B, colla sola diversità che non sarebbe più necessario di misurare sul terreno la distanza dei piuoli C e D, giacchè si avrebbe già sulla tavoletta la lunghezza della linea *cd*.

Quelli che hanno studiato gli elementi di geometria non proveranno fatica a conoscere che le tre soluzioni del problema annunciato al n.º 40 corrispondono ai tre casi della somiglianza dei due triangoli, cioè *allorchè questi due triangoli hanno i loro lati rispettivamente proporzionati, o un angolo eguale, compreso entro due lati proporzionali, ha in fine due angoli eguali*, di maniera che basta l'essersi procurato sia la misura dei tre lati d'un triangolo, sia quella d'un angolo compreso da due lati, sia quella di due de' suoi angoli, e d'un lato, per costruire un secondo triangolo simile al primo, ed i cui lati sieno con quelli del primo in un dato rapporto a piacere; e siccome due poligoni composti da pari numero di triangoli simili, e similmente disposti, sono simili, così basta dividere in triangoli le figure formate sul terreno per ot-

tenere i dati necessarij onde costruirne de' simili sulla carta.

Riunire in questo modo col mezzo di triangoli, i differenti punti rimarchevoli d'un terreno, dicesi *triangolazione*, che è, come ognun vede, il fondamento dell'arte di levar le mappe.

44. Se l'estensione della tavoletta non fosse grande abbastanza per contenere tutta la mappa che fu proposta da levarsi, si cangerà la carta: ma converrà collocare sul nuovo foglio due dei punti segnati sopra il foglio levato, onde potere col mezzo di questi punti fatti comuni unire i due fogli.

L'agrimensore si trova spesso obbligato nella leva delle mappe di adoperare a vicenda tutte le operazioni fino ad ora insegnate; si ricorre alle perpendicolari n.º 52 quando s'incontrano delle sinuosità troppo frequenti e troppo ristrette per ricondurle facilmente a delle

linee rette: si stabiliscono con piccoli triangoli, come si è indicato al n. 41,^o i punti più prossimi che esigerebbero delle rimozioni della tavoletta troppo frequenti.

Si ha soprattutto l'obbligo di servirsi di questo mezzo, o di qualche altro ad esso analogo, quando levando un contorno, partir bisogna da punti sui quali non si può collocare uno stromento, come sono gli angoli d'un muro; bisogna situarsi allora nel prolungamento di una delle sue facce, ovvero si tira al di fuori o al di dentro una parallela a questa faccia.

La fig. 47 dà un esempio di queste diverse circostanze, e fa conoscere i vantaggi della tavoletta, relativamente anche alle operazioni ove essa non è necessaria. Essa permette di riportar sulla carta queste operazioni alla vista stessa degli oggetti che si vogliono rap-

presentare; laddove quando si vuole limitarsi a prendere le misure sul terreno per poi raccoglierle a casa sua, si corre pericolo di trascurare molte circostanze necessarie alla verità delle mappe, a meno che non si voglia scrivere ogni più minuto dettaglio, od aggravare soverchiamente la propria memoria.

A fine di rendere la tavoletta più comoda le fu dato un piedestallo a tre piedi, fatto in modo che possa essere facilmente collocato in una situazione orizzontale, e girare attorno al suo centro senza inclinarsi da nessun lato.

In vece di un regolo ordinario difficilissimo di ben livellare, si adopera un' *alidada*, o riga di rame, fornita di traguardi, come la *fig. 46*, ben perpendicolari in tutti i versi sullà linea che gli unisce, e ben alti, onde senza inclinare la tavoletta si possa mirare ai punti del terreno, che sono più alti o più bassi:

sopra l'alidada alle volte si mette una lente in vece dei traguardi, per meglio rilevare gli oggetti lontani; ma la condizione essenziale per la sicurezza e speditezza dell'operazione si è che la tavoletta non si scuota sotto la mano disegnatrice, affinchè le linee che vi si descrivono conservino bene la direzione de' raggi visuali. Si può assicurarsene, quando si prende un angolo, rimettendo l'alidada sul primo lato, per verificare se conservato esso abbia il livello del punto che è all'estremità di questo lato.

43. Quando si vuol copiare una mappa levata con la tavoletta, o per averla in doppio, o per metterla in netto, bisogna *traforarla*, o *calcarla*. La prima operazione consiste nel riporre il foglio che era sopra la tavoletta, sopra un nuovo foglio di carta, e traforare il primo con una spilla ben fina in tutti i punti rimar-

cabili della mappa situati sul suo contorno e nel suo interno, e poi si uniscono con delle linee competenti le traforature segnate sul foglio inferiore.

Per calcare una pianta bisogna stenderla sopra un vetro esposto in piena luce, affinchè il disegno della pianta trasparisca oltre la carta bianca applicavi sopra. Si potrà contentarsi di segnare soltanto i punti necessarj per determinare i contorni e le linee della pianta, ovvero segnare con la matita questi contorni e queste linee in tutta la loro estensione.

46. Se non si volesse traforare la mappa *minuta*, e si trovasse troppo incomodo di calcarla sul vetro, come si è detto, se ne potrebbe costruire una copia con delle operazioni analoghe a quelle che adoperate furono per levarla, col misurare cioè gli angoli ed i lati, onde farne degli altri uguali a quelli

sopra il foglio destinato a riceverne la copia. La determinazione dei punti sopra questa copia può operarsi coi metodi indicati ai n.º 41, 42, 43, dovendosi soltanto aggiungere ai due ultimi la maniera di fare sulla carta un angolo che sia eguale ad un altro, ciò che si rende assai facile.

Sia BAC , *fig. 48*, un angolo, e si tratti di costruirne uno eguale in a sulla linea ab ; sui lati del primo angolo si prenderanno due distanze eguali AB ed AC ; si porterà la distanza stessa sopra ab ; poi dal punto a come centro, e con questa distanza come raggio, si descriverà un arco di circolo ef , e prendendo sul primo angolo l'apertura del compasso BC , se ne servirà per descrivere dal punto b come centro un arco di circolo gh , che taglierà il primo in un punto c , cosicchè tirando ac si otterrà l'angolo bac , eguale

all'angolo BAC. Si ravviserà l'esattezza di quest' operazione, osservando che l'apertura *bc* del secondo angolo essendo eguale all'apertura BC del primo, e collocata alle stesse distanze dalla cima, questi due angoli si copriranno perfettamente se si rimetteranno l'uno sopra l'altro.

Se si volesse ridurre la mappa minuta a dimensioni più piccole, converrebbe fare sulla copia gli angoli eguali a quelli dell'originale, ma ridurre poi i lati nelle relazioni che si vogliono stabilire fra le dimensioni della copia e quella dell'originale.

47. Con la tavoletta si descrive facilmente sul terreno ogni figura che fu costruita sulla carta. La *fig. 41* rappresenta quest'operazione inversa a quella del n.º 42. Bisogna prima darsi un punto del contorno, e la direzione dell'uno de' suoi lati, come per esempio, il

punto A e la linea AB. Collocando la tavoletta in maniera che il punto *a* risponda a piombo sul suo angolo A, e che il lato *ab* sia nel livellamento di AB, basterà allora portare successivamente l'alidada sopra le linee *ab*, *ac*, *ad*, *ae*, *af*, e misurare in questi livellamenti delle distanze corrispondenti alle lunghezze delle linee *ab*, *ac*, *ad*, *ae*, *af*, date dalla scala.

48. Si è osservato nel n.º 42, 45, e soprattutto in quest' ultimo, il partito che si può trarre dalla misura degli angoli per la leva dei terreni, e perciò si sono inventati diversi strumenti per misurarli. La costruzione di tutti questi strumenti dipende dalle considerazioni seguenti.

Se si concepisce che il raggio AC, *figura 4*, sia stato prima posto sopra il raggio AB, che si devia girando sopra il punto A, come sopra una cerniera,

si concepirà pure che esso raggio farà successivamente con AB tutti gli angoli possibili. Si prova in geometria, e si comprende d'altronde assai facilmente, che gli archi abbracciati dai diversi angoli hanno fra di loro le relazioni stesse che questi angoli, ed è perciò che si adoperano gli archi per misurare gli angoli; e siccome non si tratta di relazioni, si prende per termine di comparazione degli archi la circonferenza intiera, che secondo l'antico sistema metrico si divide in 360 parti, chiamate *gradi*; ed i gradi stessi sono divisi anch'essi in 60 parti, chiamate *minuti*, ed il minuto in 60 parti, detti *secondi*.

Nel nuovo sistema metrico la circonferenza è divisa in 400 parti, e si vedrà ben tosto il perchè. Queste parti sono chiamate *gradi*, il grado si divide in 100 *minuti*, ed il minuto in 100 *secondi*.

Ciò posto, se uno dei diametri che porta i traguardi sulla squadra rappresentata alla *fig. 12 n.º 18*, in luogo d'esser fisso, si rende mobile attorno al centro del cerchio, e la circonferenza di questo circolo viene divisa *in gradi*, si potrà farne uso per misurare un angolo, ponendo sopra l'uno dei lati di quest'angolo il diametro fisso dell'istromento, e portando sull'altro il diametro mobile; l'arco compreso fra i due diametri darà la misura dell'angolo cercato.

Bisogna osservare che quest'angolo si trova marcato due volte sulla circonferenza del circolo, cioè: dall'arco compreso fra le estremità dei diametri girati verso gli oggetti che si mirano, e dall'arco compreso fra le estremità opposte (1).

(1) Per ben comprendere questa osservazione e le seguenti, bisogna se non si hanno istromenti a

Questo è quanto si osserva sulla *fig. 4* fra gli archi BC ed FG, l'uno compreso fra i raggi BA e CA, e l'altro tra i raggi FA e GA. Il primo di questi archi misura l'angolo BAC, e l'altro l'angolo FAG, formati tutti e due dai medesimi diametri BF e CG, e che la loro situazione ha fatto denominare *angoli opposti alla punta o vertice*.

Applicando questa osservazione alla *fig. 3* si vede che i quattro angoli formati dalle rette AB e CD sono opposti al vertice due a due, cioè, AEC e BED, AED e BEC. Le due coppie opposte al vertice differiscono all'occhio in ciò, che nell'uno gli angoli sono acuti e nell'altro essi sono ottusi, a meno che le due linee non siano perpendicolari, nel qual

propria disposizione, descrivere un cerchio sopra un cartone, o sopra una tavola, dividerlo in gradi, marcandone il centro con un ago, e facendo muovere un regolo attorno a questo punto.

**caso i quattro angoli sono retti (veg-
gasi fig. 10).**

**In tutti i casi gli angoli opposti al
vertice sono eguali, e per conseguenza
ancora gli archi che li misurano.**

**Questo serve per far conoscerè se il
cerchio dell' istromento è ben diviso, e
se le linee che indicano l'angolo pas-
sano per il centro, perchè in allora si
leggerà sopra gli archi BC e FG il me-
desimo numero di gradi e di parti di
grado.**

**Ciascun diametro dividendo la cir-
conferenza in due parti uguali, ne segue
che l'angolo CAF, formato dal raggio
AC e dal prolungamento del raggio
AB, essendo unito al primo angolo BAC,
comprende la semi-circonferenza; ciò
posto, si dice che l'angolo CAF è il
supplemento dell'angolo BAC: l'arco che
misura l'uno essendo conosciuto, sottra-
endolo dalla semi-circonferenza si avrà**

la misura dell' altro. L' angolo BAG è parimenti il supplimento di FAG.

L' ispezione della *figura 4* dimostra che tutti gli angoli che si possono formare a un medesimo punto A, e da un medesimo lato di una retta BF, riuniti insieme comprendono la semi-circonferenza; per conseguenza due angoli retti BAE e FAE essendo uguali, ciascuno comprende il quarto della circonferenza che misura per conseguenza la più grande inclinazione che una retta possa avere sopra un' altra.

È per questo che nel nuovo sistema metrico si è fatto del quarto del cerchio il termine di paragone degli archi e degli angoli applicandogli la divisione decimale.

Infine nel cerchio che chiude da tutte le parti il suo centro A si vede che tutti gli angoli che si possono formare attorno ad un medesimo punto, come

vertice, abbracceranno tutta la circonferenza, ed equivaleranno a quattro angoli retti.

Egli è parimenti necessario il sapere che quando due angoli sono tali, che la loro somma o la loro differenza fa un angolo retto, essi diconsi *complementi* l'uno dell'altro: CAE è il complemento di BAC, e lo è parimenti di CAF.

Quando si vuol mettere molta esattezza nella triangolazione, e lo spazio da misurarsi ha de' punti distantissimi gli uni dagli altri, bisogna prendere immediatamente la misura degli angoli e servirsi per questa operazione d' istromenti suscettibili di grande precisione.

Superiormente io non ho esposto che i principj generali della loro costruzione, avendo variato la loro forma, ed essendosi in seguito introdotte delle parti accessorie che di molto ne facilitano l'uso e loro danno una grande esattezza quan-

tunque in piccole dimensioni. Non ostante tutto ciò non è mia intenzione di darne qui una descrizione completa, perchè si esigerebbero molte figure. Io per ciò mi limiterò solo ad indicare le parti principali che sono comuni a tutti i buoni stromenti.

Per diminuire al *grafometro* (che è l'istromento specialmente destinato alla leva delle mappe) il suo volume, si è primieramente sostituito un semi-circolo ad un circolo intiero, veggasi la *fig. 74*; ma questo cangiamento non mi sembra felice. Spesso la porzione dell' alidada mobile che non è appoggiata sul *lembo* (o bordo del semi-cerchio) si piega, e di ciò facilmente si accorge perchè non si può farla ritornare sul lembo che con un piccolo sforzo, difetto che non può produrre l'alidada d' un cerchio intiero, sempre appoggiata alle sue due estremità.

Di più, non è parimenti così facile nel grafometro come nel cerchio intiero, di riconoscere se l'istromento è ben *livellato*, vale a dire se le linee che segnano l'angolo sull'alidada si tagliano perfettamente al centro. Questo vedesi in un colpo d'occhio nel circolo intiero, perchè gli angoli opposti al vertice non comprendono più archi eguali se questo vertice non è nel centro; e nel medesimo tempo si corregge l'errore, prendendo la metà della somma di questi archi, poichè un angolo la cui sommità è posta tra il centro e la circonferenza, ha per misura la metà della somma degli archi compresi tra i suoi lati e tra i loro prolungamenti. Si diminuiscono parimenti con questo mezzo gli errori della divisione dell'istromento, nel caso che ve ne fossero.

Per vedere meglio, più sicuramente e distintamente gli oggetti lontani si sono

sostituite alle alidade a traguardo, le alidade a lenti, nel mezzo delle quali si sono posti dei fili perpendicolari tra loro, ed il cui rincontro corrisponde al centro dell'apertura apparente, od al *campo* della lente.

Nella maggior parte de' grafometri a lenti, quella dell'alidade mobile è elevata al di sopra del piano dell'istromento, *fig. 75*, di maniera che ella può muoversi perpendicolarmente a questo piano, e per conseguenza abbassarsi od elevarsi verticalmente quando il semi-circolo è in una situazione ben orizzontale. L'angolo marcato allora sull'istromento è quello che fanno i piani verticali che passano per il centro del semi-circolo, e per gli oggetti che si osservano, ed è per conseguenza senza alcuna riduzione l'angolo orizzontale tal quale deve essere tracciato sul piano che si leva.

Se la lente mobile fosse applicata sull'istromento, in allora non si potrebbero misurare che gli angoli compresi nel piano che passa per gli oggetti osservati e per il centro del cerchio, piano che non è quasi mai orizzontale, e che cangia quando si passa da un oggetto ad un altro.

A misura che si perfezionarono gli istromenti, era pur necessario che le loro divisioni fossero più esatte e più fine, perchè potessero far valutare le piccole differenze di livello, che rendevano sensibile l'ingrandimento delle immagini colle lenti. A ciò si è perfettamente riuscito col mezzo d' un arco che chiamasi *vernier*, dal nome di quello che ne ha inventato l'uso. La spiegazione della *fig. 76* ce ne potrà dare un'idea; AB rappresenta una porzione del lembo dell'istromento; *ab* è un arco interiore e concentrico che fa parte del-

l'alidada che corrisponde a 5 divisioni del lembo, ma diviso in 6 parti. Se le divisioni del lembo sono di gradi 5, varranno 300 minuti; e se si prende il sesto, si avranno 50 minuti per valore d'una divisione dell'alidada.

Se adunque il primo punto, cioè il zero della divisione dell'alidada corrisponde al segno d'una divisione del lembo, il segno seguente della divisione dell'alidada sarà a 10 minuti al disotto del segno seguente della divisione del lembo, e si avrà il doppio, vale a dire 20 minuti, quando il terzo segno della divisione dell'alidada non arriva al terzo segno della divisione del lembo, e tutte queste differenze s'accumuleranno per formare la sesta divisione dell'alidada, e completare i cinque gradi corrispondenti del lembo. Ne segue da ciò, che se l'alidada avanza di 10 minuti, il secondo segno della sua divisione coinciderà col

secondo segno della divisione del lembo: se questa avanza di 20 minuti, la coincidenza avrà luogo al terzo segno, e così di seguito di 10 in 10 minuti.

Se il lembo fosse diviso per mezzi gradi, e che si fosse portato sull'alidada 14 per dividere il tutto in 15 parti, ciascuna di queste parti varrà 28 minuti, e differendo solo di due minuti da quella del lembo, indicherà i minuti di due in due per le coincidenze successive coi segni del lembo.

Si potrebbero parimenti con un poco d'attenzione valutare i minuti dispari; perchè quando l'arco misurato termina ad uno di questi minuti non vi è segno alcuno dell'alidada che coincida con quelli del lembo; ma una delle divisioni dell'alidada si trova compresa per intero in una divisione del lembo.

Per meglio giudicare della posizione rispettiva delle due divisioni si osser-

vano con una lente; ma gl' istromenti più accurati e fini sono muniti di microscopj destinati a quest'uso.

Quando si è giunti a rendere valutabili le picciolissime parti della divisione bisogna che i movimenti dell' istromento e delle sue alidade si facciano senza scosse, e per gradi quasi insensibili. Si sono a tale effetto inventati dei meccanismi proprj a dare de' movimenti molto più lenti e più graduati che quelli che si possono eseguire colla sola mano. Le vite eseguite diligentemente sono quelle che hanno fornito questo meccanismo.

Tutto quello che a questo proposito si può qui dire, si è che avendo fissato sopra il lembo un indice portante un galletto nel quale passi una vite attaccata all'alidade, questa non cambia di luogo a ciascun movimento della vite se non per l'altezza della spirale di questa vite stessa, vale a dire della



distanza tra due rivoluzioni consecutive della sua spira, il che dipende dalla sua finezza che oggidì si sa portare assai avanti. L'apparecchio è inoltre disposto in modo che si può rendere libera l'alidada a fine di portarla prontamente nella direzione che più piace colla mano, non servendo la vite che per perfezionare il primo scopo.

Alcuni grafometri molto antichi, ai quali erasi già applicata la *vite di richiamo*, di cui noi abbiamo parlato fin qui, sono ancora fissati per un perno ad una palla che si aggira in una cavità nella quale può muoversi in tutti i sensi a piacere, che dicesi a *ginocchio*, per la somiglianza che questo congegno ha con quest' articolazione, e che può serrarsi col fermare una vite. Sebbene a primo colpo d'occhio sembri molto ingegnoso questo movimento, questi non può essere nel medesimo

tempo nè facile, nè graduato da corrispondere alla *sensibilità* delle altre parti di questo istromento. Ecco perchè è stato a questo sostituito un altro movimento isolato, il quale si eseguisce da principio liberamente colla mano, e che in seguito si gradua colle viti che ingranano convenevolmente, e che in fine si fermano solidamente colle *viti di pressione*.

Per conoscer bene i movimenti di questo istromento bisogna concepirlo posto in una situazione orizzontale, e collocato sopra un sostegno verticale, diviso in due parti da una cerniera *ab* (*fig. 77*) il cui asse è orizzontale in modo che il piano dell' istromento possa prendere quella inclinazione che piace per rapporto all' orizzonte, poichè la parte inferiore *cd* del sostegno rimanendo verticale gira sopra sè stesso, affinchè si possa dirigere verso l' asse

della cerniera un dato punto dell' orizzonte a piacere.

Con questi due movimenti si può sempre mettere il lembo dell' istromento in un piano determinato dal punto che occupa l' occhio dell'osservatore, e l' oggetto che si vuole osservare, poichè col movimento^o orizzontale, l' asse della cerniera attorno al quale si eseguisce il movimento verticale, può sempre esser reso parallelo alla comune sezione del piano orizzontale e del piano inclinato che contiene i due punti da osservarsi; egli non resterà più che a far muovere l' istromento sopra di quest' asse per dargli l' inclinazione dell' ultimo piano.

L' avere fatto coincidere questi due piani non è già tutto, giacchè bisogna ancora portare quel punto del lembo che si deve verso l' uno di quelli ai quali si volle guardare; questo è quanto

si effettua facendo muovere l'istromento sopra il suo centro, o intorno al sostegno che lo porta immediatamente, e che è perpendicolare al piano degli oggetti e dell'occhio.

L'ultimo perfezionamento aggiunto al cerchio intero da Borda, dietro un'indicazione di Mayer, si è la proprietà di moltiplicare gli angoli osservati in modo che, in vece di misurare l'angolo semplice, si possa trovare marcato su l'istromento un multiplo di quest'angolo; questa proprietà è quella che gli ha fatto dare il nome di *cerchio ripetitore*. Si vede subito che questo processo deve rendere sensibili le piccole frazioni che sfuggono nell'angolo semplice. Se per esempio sul lembo dell'istromento non si potesse leggere che il minuto: un quarto di minuto, che non sarebbe visibile nell'angolo semplice, formando due minuti quando è ripetuto otto volte,

diviene assai apprezzabile. Di più qualunque cura che si metta nella divisione del lembo, si ritrovano spesso delle piccole ineguaglianze; ma siccome queste non hanno luogo che in alcuni punti, e che a ciascuna ripetizione di angolo si cade sopra un nuovo punto del lembo, l'errore può annientarsi con qualche compensazione, o diminuir molto quando per conchiudere dall'arco osservato, la misura dell'angolo semplice, si divida quest'arco per il numero delle ripetizioni che hanno avuto luogo.

Ecco come sembra che si potrebbe operare con una sola alidada che si rendesse alternativamente mobile e fissa per rapporto al lembo, ed impedendo a piacere a questi di moversi sopra il suo asse. In primo luogo si metterebbe quest'alidada sopra lo zero della divisione, si fisserebbe sopra il lembo con una vite di pressione, ed in questo stato si

dirigerebbe sopra l'uno de' lati AB , *fig.* 78, dell'angolo BAC che si vuole misurare. In seguito si arresterà il lembo in quella posizione ove il primo punto b della divisione corrisponde al punto B , poscia si distaccherà l'alidada per dirigerla sopra il punto C . Si fisserà di nuovo sopra il lembo che si renderà mobile, e si moverà fino a che l'alidada ritorni sul punto B , ciò che portando il punto c dirimpetto del punto B , porterà il primo punto b della divisione sopra la sinistra ad una distanza bb , eguale all'arco bc . Si fermerà in allora il lembo in questa posizione, e poscia si distaccherà l'alidada per ricondurla sul punto C . Egli è chiaro che in quest'ultimo movimento ella avrà percorso al di là del punto c un arco eguale a bc , e per conseguenza dal punto b un arco doppio di quello che misura l'angolo BAC . Continuando in tal guisa a portare so-

pra il primo lato dell' angolo il punto del lembo diretto sul secondo, vi si aggiunge tante volte quante si vuole l' arco che misura quest' angolo.

La sicurezza di questo processo dipende dalla perfetta immobilità del lembo quando è fermato, perchè altrimenti il punto di partenza di ciascuna ripetizione non corrisponderà più esattamente al punto B. Per togliere questa incertezza, e verificare nel medesimo tempo i due livellamenti, si fa uso di una seconda alidada, che si può rendere mobile o fissare al lembo a piacere, come la prima, ma posta al disotto; *veggasi la figura 79.*

In questa costruzione dell'istrumento si porta tosto sopra il punto C, *fig. 80*, l'alidada superiore fissata al lembo, sopra lo zero della divisione, e si dirige sopra il punto B l'alidada, che si è lasciata libera: Ciò fatto, si fissa quest'ul-

tima al lembo, e si porta sopra al punto C, il che allontana la prima sopra la retta d'una quantità cc' eguale all'arco bc ; si distacca questa per dirigerla sopra il punto B, e quando questa vi è giunta ha percorso il doppio dell'arco, che misura l'angolo BAC. Prendendo per un nuovo punto di partenza quello che occupa attualmente sopra il lembo la lunetta superiore, gli si farà percorrere ancora il doppio dell'arco bc , ciò che formerà il quadruplo di quest' arco, e si arriverà con questo mezzo ad un multiplo pari qualunque della misura dell'angolo BAC. Si scorge senza fatica che in questi movimenti l'alidada superiore percorre più d'una volta la circonferenza, e che bisognerà tener conto come d' un solo arco di tutto il cammino che quest'alidada ha fatto dopo il primo punto di partenza. Si rimarcherà parimente che l'alidada o la lu-

netta inferiore è posta al lato del centro, il che cangia un poco l'angolo. È stato necessario di dargli questa posizione, per lasciare che il lembo potesse muoversi liberamente; ma la correzione che questa circostanza esigerebbe, è insensibile, perchè la distanza dei punti ai quali si mira è un poco grande in rapporto ai raggi dell'istromento.

49. Gl' istromenti con i quali si misurano gli angoli sul terreno essendo consacrati specialmente alle operazioni in grande, se sono fatti con attenzione hanno molte parti accessorie, destinate ad assicurare l'accuratezza; esigerebbero quindi tanto per la loro descrizione, quanto per il loro uso molte spiegazioni, che qui non è possibile di dare; mi limiterò perciò ad indicare succintamente l'uso della *bussola*, strumento molto inferiore alla tavoletta per l'esattezza, ma che si adopera con molta frequenza.

Per non essere indotti in errore dalla bussola, bisogna sapere che l'ago calamitato non si dirige verso lo stesso punto dell'orizzonte se non quando non si cangia molto di luogo in un breve spazio di tempo; e sopra tutto bisogna evitare di confondere questa direzione con la vera meridiana. Con queste condizioni l'ago calamitato indica nei differenti punti, dove viene collocato, delle linee che sono tutte parallele.

La bussola che si adopera ordinariamente è rappresentata nella *fig. 49*; la scatola che la contiene porta al suo lato un'alidada formata da un tubo di legno mobile, pel cui foro si mira ai punti da determinarsi. Nell'avvicinarsi alla bussola bisogna aver cura di non portare addosso cosa alcuna di ferro; perchè in tal caso il ferro devierebbe colla sua attrazione la direzione dell'ago. Quando si ha diretto l'alidada

verso un punto, e che l'ago non oscilla più, sulla circonferenza del circolo che lo circonda si legge il numero dei gradi compresi fra l'estremità della parte settentrionale dell'ago (parte, che si distingue dal suo color di viola), e l'una delle estremità del diametro parallelo all'alidada. Per evitare qualunque errore bisogna sempre impiegare la medesima; io scelgo quella che rivolta l'oggetto. Resta allora soltanto da determinare da qual lato ella si trovi, guardando verso settentrione (*Nord*); e questa determinazione si segna colle parole *Est* e *Ovest*, di cui la prima indica la diritta, e la seconda la sinistra.

50. La bussola dà per ciascun angolo soltanto un certo numero di gradi, e perciò bisogna ricorrere allo strumento chiamato *quadrante*, per costruire quest'angolo su la carta. Questo quadrante consiste ordinariamente in un semi-cir-

colo di rame, *fig. 50.* Il suo centro è marcato da un'intaccatura fatta sul diametro. Si pone questo diametro sulla linea, sopra la quale deve essere fatto l'angolo proposto, e si colloca il centro al punto che deve occupare la cima; contando allora sulla circonferenza del quadrante, che è diviso in gradi, il numero dei gradi trovati, si arriva ad un punto *c*, che unito colla cima dà il secondo lato dell'angolo *bac*; se questo angolo fosse segnato sulla carta, l'arco *bc* ne marcherebbe la misura; col mezzo della quale se ne farebbe un' eguale sopra ogni altro sito della carta.

Quando gli angoli sono stati misurati con precisione, non si fa più uso del quadrante per costruirli sulla carta; giacchè questo strumento non può procurare alcuna esattezza che sopra grandi dimensioni, nel qual caso sarebbe grandemente incomodo. Si vede facilmente

l'effetto che una piccolissima differenza nell'angolo, produce sul prolungamento delle linee, quando quest'angolo si trova presso al vertice; sarà dunque a proposito non solo di marcare quest'angolo colla più gran cura, ma ancora di determinarne l'apertura la più lontana che sarà possibile dal vertice.

Ciò posto, si ha ricorso al numero che esprime le corde degli archi, e di cui si trovano le tavole per un raggio che si può supporre a piacere eguale ad 1 o a 10, o a 100, o a 1000, e così di seguito. Si prende sopra una scala divisa in parti decimali, detta *scala de' decimi*, la lunghezza del raggio col quale si descrive dalla sommità A dell'angolo, un arco indefinito DE, *fig. 81*, che segna un punto D sopra il lato la cui direzione è data. Si cerca in seguito nelle tavole la corda che corrisponde all'arco osservato, si prende sulla scala,

e si porta sull' arco DE incominciando dal punto D, il che dà il punto E, mediante il quale tirando AE, l'angolo DAE è quello che si cerca.

Se per esempio si dovesse costruire un angolo di 25° gradi e 30 minuti, la sua corda essendo espressa da 0,44138 quando il raggio è 1, lo sarebbe di 44 per un raggio eguale a 100, e di 441 per raggio eguale a 1000 (1).

Se non si avesse alla mano una tavola delle corde come quella che *Francoeur* ha pubblicato, si supplirà con quella dei seni naturali che faceva un tempo parte delle tavole trigonometriche, e che ora, e specialmente in Fran-

(1) Io trovo grande comodità a descrivere tutte le linee trigonometre con un raggio eguale all'unità, perchè si può passare facilmente da questo a qualunque altro che si voglia. Quando il raggio è 100, 000 bisogna, per ridurlo al raggio 1, separare 5 cifre decimali su la destra nel numero marcato nelle tavole.

cia, molto male a proposito, a mio parere, si sono sopprese. I segni d'un arco essendo la metà della corda dell'arco doppio, ne segue che *la corda d'un arco qualunque, è il doppio del seno della sua metà.*

Nell'esempio superiormente citato la metà di 25 gradi e 30 minuti è 12 gradi e 45 minuti, ed ha per seno 0,22069, il doppio del quale è 0,44138, che è la corda cercata.

In fine, se non si hanno che i logaritmi dei seni, si prenderà quello del seno di 12 gradi e 45 minuti, che è 9,34580, e si cercherà nelle tavole dei logaritmi dei numeri, come il logaritmo d'una frazione decimale, e si troverà come nella tavola dei seni naturali 0,2207.

Quando l'angolo è ottuso si ottiene con più precisione, costruendo il suo supplimento, cioè l'angolo formato dal prolungamento del lato dato; ma se su

la carta non si avesse abbastanza luogo per prolungarlo sufficientemente, si può prendere la corda della metà dell'arco dato, e portarla due volte sopra quella che si è descritta, incominciando dal vertice come centro. In questa maniera non si ha bisogno di corde che fino a quelle di 90 gradi.

Si vede facilmente che col mezzo delle corde si può determinare anche la misura d'un angolo di già segnato sulle carte, poichè avendo segnato l'arco DE col raggio che si è scelto, si porterà sulla scala la distanza DE per averne il valore, e si troverà nella tavola delle corde a qual arco corrisponde.

Nella costruzione dei piani, per avere il più alto grado di precisione, bisogna colle formole della trigonometria rettilinea calcolare immediatamente la lunghezza dei lati dei triangoli formati sopra il terreno. In questa operazione si può

mettere tanta esattezza quanta lo comportano le osservazioni, e si segneranno i triangoli mediante i loro lati misurati su la scala (n.º 41). Tutto si riduce in tal caso ad avere una scala ben divisa, ed un buon *compasso a verga*, quando le lunghezze da prendersi sono troppo grandi pel compasso ordinario. Questo è il luogo di avvertire il lettore non molto esercitato nella costruzione delle figure di geometria, che bisogna evitare nelle operazioni sopra la carta, e per conseguenza sopra il terreno, d'impiegare le linee che si taglino ad angoli troppo piccoli o troppo grandi. Quelli che si tracciano sopra la carta avendo sempre una certa larghezza, la loro intersecazione è nel fatto una piccola superficie tanto minore quanto più fino è il tratto. Nella *figura* 81 si è esagerato questo inconveniente onde rendere la cosa più sensibile. Si vede che l'intersecazione

A, ove le linee si tagliano quasi ad angolo retto, è più precisa che l'intersecazione B delle linee che s'incontrano obliquamente. Aggiungasi a ciò, che in questo ultimo caso un leggier errore commesso nel tracciare o nel misurare l'angolo, ne porterebbe un grande, sopra al punto di rincontro cercato.

51. Ecco come la bussola si può sostituire alla tavoletta nell'operazione del n.º 42: quando si sono presi gli angoli NAB, NAC, *fig. 51* formati dall'ago magnetico con le linee AB ed AC, si tira su la carta una linea *ab* per rappresentare la prima di queste direzioni, e si fa l'angolo *nab* del numero stesso di gradi come NAB, ciò che dà la direzione *an*, che deve avere sulla mappa l'ago magnetico; facendo indi l'angolo *nac* eguale ad NAC si ottiene la direzione *ac*. Non resta più allora, che portare sulle linee *ab* ed *ac* le lunghezze date dalla

scala, secondo le distanze misurate sul terreno.

La *fig. 52* mostra nello stesso modo, come si potrebbero legare fra di loro tutti i punti di un contorno trasportando la bussola a ciascuno di questi punti per prendervi gli angoli NAB , NBC , NCD , ec; formati dall'ago magnetico coi lati AB , BC , CD , ec., di cui si misura la lunghezza; si costruisce in seguito sopra la carta *nab*, uguale a NAB , poscia si porta sopra la linea *ab* la misura del lato AB , il che dà il punto *b*, mediante il quale tirando *bn* parallela ad *an* si fa l'angolo *nbc* uguale ad NBC , e dando a *bc* la misura trovata per BC si ottiene il punto *c*. Si determina parimenti il punto *d*, e tutti i seguenti, e si deve ricadere per lo meno sopra il punto *a* dopo aver fatto il giro della figura.

La proprietà che fa preferire la bussola agli altri istrumenti, per la leva

rapida delle mappe, si è di dispensare l'agrimensore di prendere due livellamenti per ciascun angolo, di modo che non si ha con questo istromento che a mirare il sol punto che si vuol determinare, ciò che non richiede un'operazione così lunga come quella che esigono gli altri strumenti. Ma a canto a questi vantaggi si trovano però molti inconvenienti. L'ago calamitato può essere fermato dallo sfregamento del suo perno, dalla presenza del ferro, e dare pochissima precisione nella misura dell'angolo; in fine bisogna impiegare qualche tempo onde disporre l'istromento sul suo piede, e per aspettare che le oscillazioni dell'ago sieno cessate. Evvi un istromento recentemente inventato ad uso della marina, il quale è esente da tutti gl'inconvenienti particolari alla bussola, che è suscettibile d'una precisione grandissima, e che oltre a questo

non ha bisogno di essere posto sopra un piede, e per conseguenza può adoperarsi a cavallo. Questo è poco conosciuto dagli agrimensori e dai militari, ai quali potrebbe essere utilissimo in molte delle loro operazioni.

L'istrumento di cui mi prefiggo di parlare, è il *sestante di riflessione*; la *fig. 83* lo rappresenta sotto la forma che conviene al genere di operazione, per le quali ho avuto in mente di farlo servire. L'alidada MI ha nel centro M uno specchio perpendicolare al piano dell'istrumento, e che, quando è sul primo punto II della divisione, diviene parallelo all'altro specchio immobile N, posto sopra il lato GM. Quest'ultimo specchio ha una parte senza stagnola, al traverso della quale si osserva un oggetto B col mezzo d'un traguardo o di un cannocchiale posto in O sull'altro lato MH dell'istrumento B. Si fa in

seguito girare l'alidada MI fino a che si osservi dalla parte dello specchio N, non senza stagnola, l'immagine del punto C in contatto col punto B, e si legge sull'arco IH la misura dell'angolo compreso tra gli oggetti B e C al punto dove trovasi l'osservatore.

Propriamente parlando, l'arco IH non è uguale che alla metà di quello che misura l'angolo cercato; ma l'arco totale GH che è di 60 gradi, è diviso in 120 gradi ed ha per conseguenza il doppio di tutti gli archi compresi.

Siccome questa proprietà è spesso enunciata senza dimostrazione, così io voglio qui darne una, che mi sembra semplicissima e completa.

Siano B e C i punti osservati, *fig. 84*, che l'occhio posto in O vegga al punto N l'immagine del punto C riflessa dal grande specchio M sopra il piccolo N, affinchè prolungandosi i raggi BN e CM

fino alla loro riunione in A bisogna per effetto della legge di riflessione che l'angolo OND , che è *l'angolo di riflessione* sopra il piccolo specchio N sia uguale *all'angolo d'incidenza* formato dalla linea MN , ed il prolungamento di MD . Ne segue da ciò che se si tira NF perpendicolare al piccolo specchio N , gli angoli ANF e MNF , complementi de' precedenti, sono eguali. Per la stessa ragione gli angoli CME ed EMN formati, il primo dal raggio incidente che parte dal punto C , e la perpendicolare EM al grande specchio M , ed il secondo da questa perpendicolare, ed il raggio riflesso MN , sono parimente eguali; dunque l'angolo CMN è doppio di EMN , come MNA è doppio di MNF .

Ciò posto, EMN essendo la metà dell'angolo CMN esterno al triangolo AMN , è uguale alla metà della somma degli angoli MAN e MNA , che sono gli in-

terni opposti. Questo medesimo angolo EMN essendo parimenti esterno al triangolo MNF, è eguale alla somma degli angoli MFN e MNF, che sono gli interni opposti. Queste due somme sono per conseguenza eguali tra loro, ma la metà dell'angolo MNA compreso nella prima non è altrimenti che l'angolo MNF compreso nella seconda. Sottraendo queste parti comuni si avrà la metà di MAN eguale a MFN. Ora MF e NF essendo rispettivamente perpendicolari alle linee MD e ND, l'angolo MFN è uguale a NDM, e per conseguenza al suo alterno interno DMH: dunque quest'ultimo non è che la metà di MAN.

L'angolo MAN non è precisamente quello che bisogna misurare, dovendosi invece misurare l'angolo BMC formato al centro dell'istromento, dalle linee tirate dai punti B e C: ma quest'angolo BMC essendo esterno al triangolo BMA, ed

uguale alla somma degli interni opposti MAN e MBN, dei quali l'ultimo diviene tanto più piccolo, quanto il punto B è più lontano, poichè la linea MN non ha al più che qualche pollice. Egli può dunque essere trascurato essendo la distanza BN considerabile, ciò che non può essere indicato nella figura.

L' alidada MI, *fig. 85*, porta un *vernier* di cui si fa uso quando si vuol avere una misura precisa dell' angolo; altrimenti si limita a leggerla solamente sulla divisione del lembo; per ottenere più di celerità nell' operazione da farsi sul terreno si è ritrovato un mezzo assai semplice, col quale si dispensa dalla lettura dell' angolo al momento in cui si prende. Le estremità H ed I del lato MH e dell' alidada MI, essendo munite di punte di compasso, basta avere un pezzo di cartone, nel quale comprimonsi queste punte per segnare l' allontana-

mento del lato MH, e dell' alidada MI, mediante le quali si rimettono a piacere queste due parti nella medesima situazione rispettiva. Si può dunque aspettare un tempo ed un luogo più comodo a misurare questi angoli. Si vede subito quanto questa cosa può essere vantaggiosa, principalmente nelle operazioni militari, nelle quali la prontezza è la condizione più importante.

L' esattezza di quest' istromento è suscettibile di una maggior perfezione; con un raggio di tre pollici ed un *vernier* esso può dare l'angolo di meno di un minuto. Quanto è mai lontana la bussola da ciò, poichè appena sotto le medesime dimensioni può ella far apprezzare 30 minuti!

Gli artisti inglesi ne hanno costruiti dei molto più piccoli, e gli hanno chiamati *sestanti da tabacchiera*, i quali danno l'angolo d' un minuto (veggasi la

Bibliothèque Britannique, tom XVI, *sciences et arts*, pag. 135, 144, e tom. XIX pag. 77).

Questa esattezza è senza dubbio superflua per le operazioni di dettaglio, ma è sempre meglio trascurarla quando non vi è il bisogno, perchè abbrevia di molto l'operazione. Il grande vantaggio di quest'istrumento sopra tutti gli altri, e sopra il quale io credo di dover insistere, si è di potersi tener in mano. Impiegato nella misura delle distanze, tanto per il luogo, quanto per il tempo, il sestante di riflessione rende il più gran servizio nel levare il piano rapidamente, e quasi ad un colpo d'occhio.

Cammin facendo per determinare la posizione degli oggetti situati da una parte o dall'altra, basta, come lo mostra la *fig. 85*, misurare a ciascun cambiamento di direzione l'angolo che fa l'oggetto che si lascia, con quello che

si raggiunge; calcolare gl' intervalli percorsi tra loro, ed osservare da due punti del cammino sufficientemente lontani, gli angoli che gli oggetti posti dai due lati fanno colla sua direzione.

Quando si fu sperimentata l'utilità degli strumenti a riflessione per la leva dei piani, si è cercato di semplificarli. Infatti *Allent* ha dato l'idea di una squadra di riflessione (veggasi *le Mémoire topographique et militaire publié par le Dépôt de la guerre*, n.º 4, pag. 74), ed altri ufficiali del genio hanno proposti parimenti degli strumenti per misurare qualunque angolo con una sola riflessione; non ostante ciò gli strumenti a doppia riflessione sono stati fin qui preferiti, ed è bene di osservare che ponendo l'alidada sopra 90 gradi del sestante, quest'istrumento può sostituirsi alla squadra. Noi non sappiamo abbastanza raccomandare l'uso di questi

istrumenti, ma per non dilungarci di troppo su i vantaggi dei medesimi nella leva delle mappe noi invieremo il lettore all' opera pubblicata da *Benoit*, intitolata *Cours complet de Topographie et de Géodesie*.

Prima però di terminare quest' articolo devo far osservare che il sestante deve il suo nome a ciò che l' arco totale ch' egli comprende è la sesta parte della circonferenza del cerchio.

52. Per adoperare la bussola nelle operazioni del n.º 43, si osservano al punto A, *fig* 53, gli angoli che l' ago magnetico forma colle linee AB; AC è al punto B quello ch' esso fa con BC; si misura AB, si tira su la carta una retta *ab* d' una lunghezza corrispondente a questa misura; vi si colloca la direzione dell' ago magnetico, costruendo un angolo *nab* dello stesso numero di gradi come NAB, e conducendo al punto

b la retta *bn* parallela ad *an*, costruendo indi gli angoli *nac*, *nbc* dello stesso numero di gradi, come *NAC*, *NBC*, si ottengono le linee *ac* e *bc*, che danno il punto *c*. Si potrebbe facilmente applicare quest' operazione al caso in cui un numero qualunque di punti si riportasse alla linea *ab*.

53. Fin qui io ho sempre supposto che il terreno fosse orizzontale e poco inclinato; se lo fosse molto, converrebbe misurare la distanza orizzontalmente (n.º 35), e non seguendo il pendio, poichè prendendo gli angoli come lo esigono la tavoletta e la bussola, non si rappresenta già la superficie medesima del terreno, ma la sua base sul terreno orizzontale; e non si misura che la superficie di questa base: la prima di queste superficie è sempre più grande della seconda, e la loro differenza s' accresce coll' accrescersi del pendio.

Per comprendere chiaramente quello che si deve fare in questo caso, basta osservare che nelle operazioni indicate precedentemente, i lati e gli angoli della figura segnata sul terreno essendo misurati orizzontalmente, il piano levato in questa maniera è quello della figura che formavano i punti rimarcabili del terreno o de' piuoli che vi si piantano, se essi discendessero verticalmente sopra un piano orizzontale posto al di sotto del terreno. Si vede che quest' operazione eseguita in un campo situato sopra una collina, torna lo stesso che concepire questa collina *tagliata* orizzontalmente al di sotto del campo, e prendere nella sezione i punti che corrispondono a piombo sotto i contorni di questo campo; da ciò è derivato il nome di *coltellazione*, nome che si dà a questa maniera di misurare.

Se si volesse conoscere immediata-

mente l'estensione di questo campo, bisognerebbe dividerlo in triangoli, i cui lati e i cui angoli sieno misurati parallelamente alla sua superficie, e nel segnare sulla carta tutti questi triangoli, che spesso sarebbero situati in piani differenti, si formerebbe una figura che rappresenterebbe lo *sviluppo del terreno* per lo meno in una maniera tanto più approssimata, quanto si saranno più moltiplicati i triangoli, per non abbracciare in ciascuno che le parti ove non cambia l'inclinazione del terreno.

Questo metodo di operare dicesi metodo di *sviluppo*, perchè vi si concepisce la superficie del terreno ricoperta da un inviluppo flessibile, le cui parti tutte si distendono sopra un medesimo piano.

Dietro ciò che abbiamo detto, ognuno vede che tanto il metodo di coltellazione quanto quello di sviluppo si riducono a

risolvere due questioni geometriche assai differenti; nell' una si tratta di ottenere l' area *delle proiezioni d' un terreno sopra un piano orizzontale*, o di ciò che dicesi *piano geometrico*, e nell' altro, l' area del terreno medesimo, considerato come un insieme del piano, o un *poliedro*.

Da ciò nasce una quistione puramente economica, cioè a quale di questi due metodi convenga dare la preferenza per assegnare alle proprietà il loro vero valore? Prima però bisogna osservare che queste questioni non acquistano alcuna importanza che quando il pendio è molto forte; perchè pei terreni poco inclinati, la differenza de' risultati di ciascun processo non è di conseguenza nella pratica. Quando però si tratta di terreni molto inclinati, si dà la preferenza al metodo di coltellazione, perchè in tal caso si valuta il valore

de' campi dalla quantità delle loro produzioni, e perchè i vegetabili, e gli alberi in ispecie crescendo generalmente in una direzione verticale, uno spazio inclinato non ne contiene di più che la sua proiezione orizzontale. Questo principio ciò non ostante potrebbe essere contrastato, per i graminacei e le piante basse, ma in allora si aggiunge che i terreni in pendio ritenendo minor umidità che gli altri, sono a parità di circostanze meno produttivi, perchè la loro coltivazione è più penosa, e per conseguenza più dispendiosa, e perchè queste diverse circostanze diminuiscono il loro valore intrinseco; per tutte queste ragioni, quando si paragonano i terreni in pendio coi terreni orizzontali, si calcolano come se avessero una estensione più piccola.

Tutte queste considerazioni non si bilanciano che ad un di presso, e sareb-

bero suscettibili di discussione; ma l'uso essendo generalmente stabilito, non vi è errore alcuno che possa arrecare pregiudizio ai particolari ogni qualvolta la misurazione è fatta col medesimo metodo a ciascuna mutazione, e per tutti i terreni simili.

54. Se si vuol conoscere sopra una direzione data il pendio d'un terreno, è cosa facile l'arrivarvi seguendo il processo indicato alla pag. 55, per misurare orizzontalmente le distanze in questa direzione. Basta misurare l'elevazione o l'abbassamento di ciascuna pertica per rapporto a quella che la siegue, di già segnata nella *fig. 52*, operazione che la *fig. 68* rappresenta in dettaglio.

Si prende un regolo lungo da 9 a 12 piedi, o di 3 a 4 metri; si distende in modo che non si pieghi; l'una delle sue estremità si pone sul suolo, e l'altra contro un piuolo si abbassa in seguito

o si leva da questa ultima estremità in modo che sia in una situazione orizzontale, il che si riconosce con un *livello*, strumento di cui noi parleremo più abbasso; poscia misurando l'altezza CB del piuolo dal suolo fino al punto ove si trova il bordo inferiore del regolo AB, si avrà l'abbassamento del suolo al punto C, in rapporto al punto A.

Egli è cosa chiara che se il terreno va continuamente abbassandosi, bisognerà aggiungere le altezze BC, DE, FG, per avere l'altezza del primo punto A al di sopra dell'ultimo G; e se il terreno viene a rialzarsi da G in N, bisognerà allora, partendo dal punto il più basso G, fare la somma delle altezze GH, IK, LM, il che darà l'altezza del punto N al di sopra del punto il più basso G; poscia paragonare questa somma con la prima per dedurne la diffe-

renza delle altezze dei punti A e N sopra il punto G.

Questa differenza è quella che dicesi *differenza di livello* dei punti A e N; perchè si dice che due punti sono *al medesimo livello*, quando essi sono sulla medesima linea orizzontale, alla quale si dà soventi il nome di *linea di livello*. L'operazione che fa trovare questa differenza dicesi *livellazione*.

55. Colle misure prese come si è superiormente indicato, si può costruire sopra la carta una figura che rappresenti la forma della linea che si è percorsa sul terreno, e che ne mostri i rapporti colla retta orizzontale che passa per il punto più basso.

Sia PQ la retta che bisogna concepire come se fosse tracciata nell' interno della terra per passare al di sotto dei punti A, C, E; le verticali abbassate da questi punti sulla retta sono le loro altezze al

di sopra del punto G. Questo è quello che si figura sulla carta, portando sopra la retta $p q$, incominciando dal punto p , preso arbitrariamente, degli intervalli che esprimano in parti d'una scala convenuta, le distanze orizzontali AB e CD, misurate sopra il terreno, e alzando alle estremità di questi intervalli delle perpendicolari che rappresentino le altezze dei punti corrispondenti del terreno, il che darà i punti a, c, e , ec.; unendo questi punti con delle rette, si avrà un contorno che rappresenterà tanto meglio la forma del terreno, quanto i punti A, C, E saranno più vicini. Si vede subito da quanto si è detto che quando si tratta d'un terreno naturale, il cui pendio non è stato regolato dalla mano dell'uomo, si avranno sempre delle piccole ineguaglianze, che sarà inutile di tenere a calcolo.

Per maggior semplicità io non ho

supposto che una scala per la costruzione della figura; ma siccome soventi volte la grandezza dei pendii, quand' anche essa sia molto notabile, è molto piccola per rapporto alle distanze orizzontali, così si renderanno poco sensibili nella figura le ineguaglianze del terreno; per esprimere le altezze si fa uso di una seconda scala, le cui parti sono più grandi che quelle della prima impiegata per le distanze orizzontali.

Quando i punti A, C, E sono tutti presi nella medesima direzione, la figura costruita come si è superiormente indicato, rappresenterà quella che si otterrebbe tagliando il terreno con un piano verticale nella direzione data. Da ciò ne viene che questa sorta di figure sono dette *tagli* del terreno; si chiamano parimenti *profili*; e per marcarne meglio la situazione si indica

quella che la linea pq , che loro serve di base, avrebbe sul piano del terreno.

Colla parola pendio, tra due punti del terreno, s' intende ordinariamente il rapporto tra la distanza di questi punti e la differenza della loro altezza. Se, per esempio, AC è di 2 tese, e BC di 1 piede, il pendio è eguale ad $1/12$; dividendo la lunghezza di BC per quella di AC , si vedrà esservi sei pollici di pendio per ogni tesa.

Quando si tratta d' un terreno disposto artificialmente in pendio, si dà alla sua superficie il nome di scarpa. Il suo taglio è allora un triangolo rettangolo ABC , *figura 69*. Alcune volte si indica questo pendio col rapporto della sua altezza AB , colla sua base BC .

In fine l'angolo ACB formato dal pendio AC , e dalla linea orizzontale BC , angolo che misura l' *inclinazione* della

linea AC, è parimenti un' altra maniera di esprimere questo.

56. Vi sono molte specie di livelli; il più semplice di tutti è una squadra che porta all' estremità dell' uno de' suoi lati un filo a piombo, e che ha sopra questo lato una riga *ab*, *fig. 70*, perpendicolare al bordo AC. Quando quest' ultimo è orizzontale, il filo a piombo deve cadere esattamente sulla linea *ab*. Per adoperarlo si posa adunque il lato AC sopra un regolo ben dritto, e sostenuto ad una delle sue estremità. In allora si abbasserà o si alzerà l' altra estremità fino a che il filo a piombo non venga a cadere esattamente sulla linea *ab*.

La *fig. 71* rappresenta la forma la più ordinaria, e la migliore per il livello de' muratori. Per essere esatto quest' istrumento bisogna che i lati AB ed AC sieno ben esatti tra loro, come purc

AD ed AE: che il punto F sia il mezzo della traversa DE sulla quale viene a cadere il filo a piombo, sospeso ad un punto egualmente distante da D ed E. Questo livello facilmente si verifica, perchè quando è in una situazione ove il filo a piombo cade sopra la riga marcata nel mezzo di DE, bisogna rivolgerlo in modo che il punto B venga a prendere il posto del punto C, e reciprocamente il filo a piombo resti ancora al medesimo luogo di DE. Il livello precedente si verifica parimente voltandolo.

Questi due livelli non possono servire che per le linee cortissime, e sarebbero incomodissimi nelle operazioni più in grande: sono quindi sostituiti dal *livello ad acqua*, come viene rappresentato nella *fig. 72*.

Questo livello è composto d' un tubo di latta *ac* ricurvato alle sue estremità, e sormontato da due tubi di vetro *b* e *d*;

da uno di questi si versa dell'acqua, o meglio ancora un liquido colorito, fino a che questo liquido compaja nel medesimo tempo nei due tubi di vetro. Allora seguendo le leggi dell'equilibrio dei fluidi, le superficie contenute in ciascun tubo *b* e *d* saranno in un piano orizzontale. Se dunque si pone l'istrumento tra due punti A e C, che si vogliono paragonare, e si fanno marcare sopra due palette verticali AB e CD, i punti B e D situati nel livellamento *bd*, la differenza AE delle altezze AB e CD, sarà quella del livello dei punti A e C.

La sola ispezione della *fig. 73* basta quasi per mostrar l'uso di questo istrumento da sè. Se si vogliono conoscere le differenze di livello dei due punti di ciascuna stazione, bisogna paragonare insieme le altezze consecutive AB e CD, CE, e FG, e così di seguito; ma se non si cercasse che la differenza di livello

tra i punti estremi A e K, bisognerà mettere a parte tutte le altezze ottenute nell'aggirarsi verso il primo punto A, e quelle che si sono trovate andando verso l'ultimo K, poscia sottrarre la più piccola di queste due somme dalla più grande, ed il residuo sarà la differenza di livello dei punti A e K, essendo il punto più elevato quello che corrisponde alla più piccola somma.

In luogo dei livelli descritti antecedentemente, che sono imbarazzanti, e che danno un'esattezza non sufficiente per le operazioni delicate, si fa uso del *livello a bolla d'aria*. La sensibilità di questo livello è assai conosciuta, poichè serve per livellare i bigliardi. Questo è composto, come ognun sa, da un tubo di vetro, il quale non essendo intieramente ripieno d'un liquido, contiene una porzione d'aria o *bolla d'aria*, la quale tende sempre verso la parte la

più elevata, ed occupa rigorosamente un posto determinato quando il tubo è orizzontale; veggasi la *fig.* 93. A questo tubo si dà sempre una leggier curvatura a fine di rendere più regolare il movimento della bolla. Questo livello si verifica come gli altri rivolgendolo.

Quando si vuol vedere se un piano è orizzontale, bisogna porre il livello successivamente sopra due linee che facciano tra di loro un angolo assai aperto. Per facilitare quest' operazione i grafometri ed i cerchj a lenti costruiti con cura portano nel loro piano due livelli a bolla d'aria posti ad angolo retto.

Sostituendosi al tubo un vaso a fondo piatto, o circolare, ricoperto da una calotta sferica, alla sommità della quale è marcato lo spazio circolare che deve occupare la bolla d'aria quando il fondo è orizzontale, si sarà costruito un livello

che si può porre comodamente sopra la tavoletta per renderla orizzontale.

Il livello ad acqua rappresentato nella *fig. 72*, col quale non si può per ciascuna stazione comprendere che un intervallo assai piccolo, è sostituito da un cannocchiale che porta un livello a bolla d'aria; veggasi la *fig. 94*. Io non parlerò qui della verificaione di questo strumento, nè del modo di servirsene, che d'altronde rassomiglia molto a quello che si fa col livello ad acqua; basta il dire che il cannocchiale dando più estensione e precisione al punto osservato, permette di fare le osservazioni molto più da lontano. Gl'istrumenti propri a determinare con precisione i più piccoli angoli possono servire parimenti alla livellazione. Quando, oltre alla distanza dei due punti, si conosce l'inclinazione del raggio visuale che va dall'uno all'altro, in questo caso senza fatica si

trova di quanto l' uno di questi punti è più elevato , o più basso dell' altro. Infatti se la distanza orizzontale AH *fig.* 95 dei punti A e B , è data colla misura , sia dell' angolo ZAB compreso tra la verticale AZ , ed il raggio visuale AB , sia dell' angolo BAH , che è la depressione di questo medesimo raggio , si ha tutto quello che è necessario per costruire un triangolo simile a BAH , che è rettangolo in H , o per calcolarne il lato BH , che sarà l' abbassamento del punto B al di sotto dell' orizzontale AH. Si può impiegare la distanza AB in luogo della sua proiezione AH.

Quando la distanza PB è considerevole per fare che la curvatura della superficie del terreno sia sensibile in questo intervallo, la linea BH non è più la differenza di livello dei punti A e B. Astrazione fatta dalle sue ineguaglianze, la terra è stata lungo tempo riguardata

rigorosamente come sferica; ma se i progressi dell'astronomia hanno scoperto il contrario, essa ha parimenti provato che la differenza era assai piccola, per cui di rado si aveva bisogno di tenerne conto.

In questo caso *la vera differenza di livello è quella delle distanze AC e BC, dei punti A e B al centro C della terra, e ritorna a quella delle linee AP BR, poichè i raggi CP e CR sono eguali.*

La linea BR, eccesso della secante CB sopra il raggio, CR sarà spesso piccolissima per cagione della grandezza di questo raggio, in rapporto alla distanza PB, che si può allora riguardare come eguale all'arco PR. Se per esempio si prende l'arco PR uguale al minuto *centesimale* che corrisponde al chilogramma (circa 500 tese), non si trova nelle tavole ordinarie calcolate per un raggio uguale a 10 000 000, alcuna differenza

fra la secante e questo raggio; bisogna dunque determinarla direttamente.

Nel mio *Trattato elementare di trigonometria* ho dato per questo una formola, la quale mostra che nel caso presente il valore cercato non differisce sensibilmente dal quoziente che si ottiene dividendo il quadrato PB pel diametro del cerchio di cui fa parte l'arco PR. Ora il quadrato PB è di 1 000 000 metri, ed il raggio della superficie del mare, che in generale è più piccolo che CP, essendo di 6 366 198, il diametro sarà 12 732 396; il quoziente non va che a 0 m. 08, vale a dire 8 centimetri (circa 3 pollici), che bisognerà sottrarre da AP per avere la differenza dei punti A e B.

In seguito bisogna osservare che, secondo la formola citata, le differenze BR sono sensibilmente proporzionali ai quadrati delle distanze dal punto P, poichè

il raggio CR è sempre lo stesso, e per conseguenza essi diminuiscono molto più rapidamente che queste distanze; alla metà di PB, per esempio, la differenza tra il raggio e la secante non sarà più che il quarto di BR, vale a dire due centimetri.

Per determinare l'altezza d'un punto inaccessibile qualunque, bisogna paragonarla ad una base conosciuta, e misurare nel medesimo tempo gli angoli compresi fra questa base ed i raggi visuali condotti a questo punto, e l'angolo che l'uno di questi raggi forma colla verticale. Ma il problema si semplifica quando si può posare l'istrumento in un punto la cui distanza orizzontale al piede della verticale abbassata dal punto di cui si cerca l'altezza è conosciuto. In allora basta di misurare l'angolo verticale *Cab*, *fig. 96*, perchè con quest'angolo ed il lato *ab* conosciuto, che è uguale alla

distanza AB , si possa costruire il triangolo abC , rettangolo in b , ove se ne calcolerà il lato bC , al quale si aggiungerà l'altezza aA del centro dell'istrumento, e si avrà la distanza totale del punto C al di sopra della linea AB .

Non è sempre necessario per conoscere AB di arrivare al punto B ; quando si tratta di edifizi, la loro forma offre spesso il mezzo di determinare AB in un'altra maniera. Se per esempio si dovesse misurare una piramide regolare avente per base un rettangolo, *fig. 97*, ponendo l'istrumento in un punto F perpendicolarmente all'una delle facce ASB , basterà aggiungere alla distanza EF la metà del lato AD della base per conoscere la distanza del punto F al centro R di questa base, sulla quale cadde la perpendicolare abbassata dalla sommità S della piramide.

È inutile in questo luogo di riportare

il mezzo semplice col quale dicesi che Talete misurasse l'altezza delle piramidi d'Egitto senza il soccorso d'alcun istromento; egli, per questa misura, si servì dell'ombra che esse facevano. Il sole alzandosi molto alto in Egitto, vi sono due momenti nella giornata in cui i suoi raggi sono inclinati di 45 gradi sopra l'orizzonte, ovvero formano con questo piano un angolo eguale alla metà d'un retto; in questi momenti l'ombra d'una retta verticale è uguale alla sua altezza; se in allora si misura la prima, si conoscerà la seconda. Per colpire il momento convenevole per questa operazione si alza verticalmente un bastone; si descrive al suo piede come centro, e con un raggio uguale alla sua lunghezza, un arco di cerchio, quando l'ombra del bastone tocca la circonferenza di questo cerchio, allora è il momento per effettuare questa misura.

Questo processo, che è il più semplice che si possa trovare, non può essere impiegato ne' luoghi in cui il sole non va all'altezza di 45 gradi, ed esige d'altronde la scelta d'un momento particolare; si può liberarsi da queste restrizioni, marcando simultaneamente in un istante qualunque i punti nei quali termina l'ombra dell'edificio da misurarsi, e quella del bastone. Siccome la lunghezza di questo è conosciuta, una semplice regola del tre, i cui termini sieno la lunghezza dell'ombra del bastone, quella del bastone, e quella dell'ombra dell'edificio, darà per quarto termine l'altezza cercata dell'edificio.

Sebbene sia curiosa, per la semplicità, l'operazione precedente non è però suscettibile di molta esattezza, perchè le ombre non sono terminate sempre nettamente, e perchè di rado si trovano delle superficie ben orizzontali; ma sic-

come si hanno tante occasioni quante si vogliono d'applicarla a degli angoli de' tetti, a degli alberi e degli oggetti isolati, essa può divenire un mezzo onde apprendere a calcolare le altezze a vista, verificando le prime osservazioni.

Prima d'abbandonare questo soggetto voglio indicare come la misura degli angoli orizzontali e verticali dia il mezzo di costruire con esattezza la veduta d'un paesaggio, determinando i punti principali della sua prospettiva sopra un piano dato.

Sia O, *figura 98*, il punto di vista del quale si vuol costruire la prospettiva: ABCD il quadro verticale la cui intersecazione col piano orizzontale è data dall'angolo che fa colla linea AO tirata a un punto rimarcabile dell'orizzonte. Ora, se per tutt'altro punto E si conosce l'angolo AOG compreso tra OA e OF, proiezione orizzontale del raggio

visuale OE, come pure l'angolo EOF compresso tra questo raggio e la sua proiezione, si otterrà come segue il punto H, ove il raggio visuale OE incontra il quadro, e che è la prospettiva del punto E.

Essendosi a piacere tirata sulla carta la linea AO, e condotta AB ad angolo dato, si costruirà sopra OA, l'angolo AOF parimenti dato, ed il cui lato prolungato fino alla retta AB marcherà un punto G, che sarà il piede della perpendicolare abbassata dal punto H sopra AB. Allora non resterà più che a determinarsi GH, il che si effettuerà concependo che il triangolo HGO rettangolo in G, giri attorno al lato OG fino a che s'applichi al piano orizzontale AOB in hGO. In questo movimento nessuna delle sue parti si cambierà: non si avrà per conseguenza che a fare GOh uguale all'angolo misurato EOF, tirare Oh, alzare

dal punto G una perpendicolare ad OG, e si otterrà la lunghezza di Gh. Portandola sopra GH nel quadro che si suppone così riflesso sopra il piano orizzontale, essa darà il punto H. Questa costruzione essendo ripetuta per un numero sufficiente di punti rimarchevoli, diverrà facilissimo disegnare a vista i contorni intermediarj.

La tavoletta, quando l'alidada porta un cannocchiale ed un arco che ne faccia conoscere l'inclinazione, è assai adatta all'operazione da me superiormente descritta, perchè si costruisce la prospettiva in vista ancora degli oggetti da rappresentarsi.

57. Operando in tal guisa sopra un bastante numero di direzioni scelte sul terreno, si possono misurare le differenze di livello dei punti i più riguardevoli, e conoscere con questo mezzo le elevazioni e gli abbassamenti che de-

terminano la forma o il *rilievo* di questo terreno. Queste circostanze, che ne compiono la descrizione, devono necessariamente essere segnate in una maniera più precisa di quello che lo possano gli artifici del disegno, sopra i piani che si vogliono rendere completi. Molte sono le maniere per esprimerle, come si può vedere nel mio libro che porta il titolo; *Introduzione alla geografia matematica ed alla geografia fisica*. In questo luogo io non parlerò che del modo più facile a concepirsi, vale a dire di quello che consiste a disegnare specialmente i punti più bassi d' un terreno, ed a scrivere a lato degli altri punti riguardevoli, la loro elevazione al di sopra di questo.

Nelle precedenti operazioni non si è avuto riguardo alla curvatura generale della superficie terrestre; ma questo non è necessario, mentre non si tratta, come

io l' ho supposto , che di piccolissime porzioni di questa superficie.

58. Si costuma d'indicare sopra un piano la linea che va dal *Nord* al mezzogiorno, o *Sud*, e i due altri punti cardinali, l'*Est* e l' *Ovest*, ciò che dicesi orientare un piano. Per farlo bisogna conoscere la direzione dell' ago magnetico, vale a dire l' angolo che fa allontanandosi dalla meridiana. Per determinarlo vi è un mezzo assai facile, come si vedrà in seguito.

Se in questo lavoro si sono ommessi molti dettagli, che avrebbero potuto essere più utili, è solo perchè l' esperienza m' ha fatto conoscere che quando si è ben conosciuto lo spirito del problema n.º 40, e le tre soluzioni di cui è suscettibile, si possono sempre trovar da sè gli espedienti domandati dalla varietà infinita delle circostanze locali, e la pratica è il solo maestro d'insegnare

l'uso dei diversi istrumenti. Che se la lettura può ispirare il desiderio di conoscere a fondo l'agrimensura, e l'arte di levare le mappe, io avrò completamente supplito al mio dovere indicando i più raccomandabili trattati sopra l'una e l'altra di queste materie, e specialmente per la prima, *il nuovo Trattato d' Agrimensura* del sig. *le Fevre*; e per la seconda i *Trattati di Geodesia e di Agrimensura* del sig. *Puissant*.

Fra i diversi mezzi per tracciare una meridiana, i due più semplici sono quelli che io sono per dire:

1.^o Si eleverà sopra un terreno orizzontale, o sopra una tavola messa col livello orizzontalmente, un bastone, che porti alla sua estremità superiore una lastrina con un piccol foro, S, *fig. 99*; con un filo a piombo che passi pel centro di questo foro si troverà il piede A della perpendicolare SA, abbassata da

questo punto sopra il piano orizzontale. Ciò fatto, due ore per lo meno prima di mezzogiorno si segnerà il luogo del centro B del piccolo foro che comparirà nell' ombra della lastrina, e dal punto A, come centro, con un raggio uguale alla distanza AB si descriverà un grand' arco di cerchio; poscia si attenderà l'istante del dopo mezzogiorno, in cui, l'ombra della lastrina essendo portata dall'altro lato, il centro del piccolo foro illuminato venga a cadere di nuovo sopra l'arco tracciato il mattino. Il mezzo M dell'arco BC compreso tra questi due punti essendo unito col piede A della perpendicolare SA, darà la meridiana AM.

Quantunque le due ombre uguali bastino per ottenerla, si segnano nella mattina molte ombre, da cui si prendono le corrispondenti dopo mezzogiorno; ciascuno di questi punti determi-

nando la meridiana, si ottengono in tal guisa delle verificazioni, e si può dedurre una direzione media, quando quelle che si sono ottenute non coincidono perfettamente.

Questo processo esattissimo ne' tempi de' solstizj, avrebbe a rigore bisogno di una piccola correzione vicino al tempo degli equinozi, a cagione della lunghezza delle ombre corrispondenti ai medesimi intervalli, prima e dopo mezzogiorno non essendo intieramente la medesima; questa circostanza però può essere trascurata nell' *orientare* i piani ordinarj.

2.^o Nelle regioni situate, come la nostra, al nord dell' equatore, ed ancor molto lontana dal polo, si può impiegare per la determinazione della meridiana, la stella polare, che è facile a trovarsi, conoscendosi la costellazione sì riguardevole, detta l' *Orsa maggiore*,

ò *il gran Carro*. Questa stella non essendo precisamente al polo , sembra per effetto della rivoluzione diurna della terra , descrivere attorno a questo punto un cerchio che si allontana quasi di due gradi ; si commetterebbe adunque un grande errore , se si prendesse la drittura della stella polare quando si trova al punto il più orientale o più occidentale del suo cerchio diurno. Bisogna , al contrario, cercar di colpire il momento in cui essa si trovi nel meridiano , il che arriva due volte in 24 ore , cioè una volta al disopra , e l'altra al disotto del polo. Si riconoscono ad un dipresso questi istanti , perchè in allora la stella polare si trova nel medesimo piano verticale , che la prima stella della coda dell' Orsa maggiore , vale a dire delle due stelle che seguono le quadrilatero che formano il corpo. Per assicurarsene bisogna sospendere un filo a piombo ,

porvisi di dietro a qualche distanza, ed aspettare che le due stelle sieno nascoste da questo filo. In allora non si ha a fare altro, che segnare la direzione indicata da questo filo e dalla stella. Questo è quanto si può fare, se si ha avuta l'attenzione di osservare su l'orizzonte o su qualche oggetto lontano un punto che fosse traversato dal filo, nel medesimo tempo che i due astri, o se si è fatto mettere ad una certa distanza su questa dirittura un lume; il punto segnato, o il piede della luce sarà parimenti su la meridiana. Ciò fatto, lasciando a suo luogo il filo a piombo, si potrà nel giorno tirare una linea che passi pel suo piede, e pel punto determinato, come si è detto; questa sarà la meridiana cercata.

Quando si ha una meridiana segnata con esattezza, non si ha che a posare sopra questa linea, o in una direzione

parallela, l'uno de' diametri del cerchio della bussola; l'arco che fa l'ago allontanandosi da questo diametro è la misura della declinazione.

Avendo cura di ripetere spesso questa determinazione, per saper sempre quale è la declinazione dell'ago magnetico, la bussola potrà servire per orientare i piani.



ESPOSIZIONE
DELLE MISURE DECIMALI
E
DELLE ANTICHE MISURE.



59. **L**a conoscenza delle misure è della massima importanza in tutti i rami dell'economia sociale, e più ancora in quello dell'agricoltura, che in qualunque altro. Questa è quella cognizione che serve di base all'applicazione del calcolo, alle questioni per noi più interessanti, e che giornalmente emergono; lo stabilimento d'un sistema metrico bene organizzato è adunque tutt'altro che un

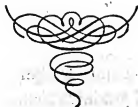
vano lusso di scienza. Questa verità che si concepisce col semplice riflettervi, venne portata al più alto grado d'evidenza dai numerosi abusi che avevano luogo, e che già da un secolo facevano desiderare una riforma nelle misure; sembra non di meno sconosciuta per anche, quando giudicar se ne voglia dall'ostinazione quasi generale con cui si continua a pensare, ad esprimersi in misure antiche, ed a ritardare così il felice effetto del più utile fra i doni che il sapere abbia potuto fare alla società.

Per dare relativamente alle misure antiche un riguardevole esempio d'incoerenza, basta citare i contorni di Parigi, ove per misurare i terreni esistono il jugero di *Parigi* e quello delle *acque e foreste*. Tutte e due queste misure contengono 100 pertiche quadrate, ma la pertica del primo ha 18 piedi di lun-

ghezza, e quella del secondo 22. La pertica di 18 piedi contenendo 3 tese lineari, ne segue che la pertica quadrata contiene 9 tese quadrate, ed il jugero di Parigi 900 tese quadrate. La pertica quadrata di 22 piedi di lato dà 484 piedi quadrati, il che equivale a 13 tese quadrate e 16 piedi quadrati, o sia 13 tese quadrate e $\frac{4}{9}$. Cento di queste pertiche, vale a dire il jugero d'acque e foreste, convertite in tese quadrate, producono il numero frazionario 1344 e $\frac{4}{9}$. Fra queste due misure, e fra la seconda e la tesa quadrata non vi sono adunque che rapporti complicati; ma questo non è tutto. Non si può parimenti ridurre l'ultimo jugero, o sia quello d'acque e foreste, in un quadrato, i cui lati comprendano un numero esatto di tese, poichè questo lato, composto di 10 pertiche lineari o di dieci volte 22 piedi, avrebbe 36 tese e 4 piedi

di lunghezza. Almeno il jugero di Parigi corrisponde precisamente ad un quadrato di 50 tese di lato. Questo fatto mi sembra ben proprio a mostrare l'incuria che regnava un tempo per il sistema metrico, poichè si era lasciato sussistere come legale una misura tanto incoerente colla tesa, quanto il jugero d'*acque e foreste*. Se dall'uso di queste due misure da me testè citaté, risulta molto imbarazzo ne' calcoli, quale sarà mai quello che ne risulterà volendo abbracciare la totalità delle misure particolari alle diverse provincie della Francia? È impossibile di pensare a questo caos di valore bizzarro e alla confusione nella quale si deve trovare il calcolatore nel paragone di queste particolari misure fatte in luoghi differenti, senza apprezzare il servizio che renderebbe il nuovo sistema metrico se fosse impiegato universalmente e francamente da tutti i Francesi.

Per fissare l'attenzione dei lettori, principalmente su tutti i vantaggi del *sistema metrico decimale*, vi consacrerò la prima parte di questa esposizione, riservandomi nella seconda di fare alcune applicazioni di queste nuove misure al calcolo delle superficie, e de' volumi o capacità, e mettere alla fine dell'opera le tavole di ragguaglio tra le antiche e le nuove misure.



PARTE PRIMA**ESPOSIZIONE GENERALE DEL NUOVO
SISTEMA METRICO.**

60. Nel parlare dei vantaggi di questo sistema, io qui non saprei senza dubbio che ripetere quant'è di già stato detto le tante volte; ma sopra un simile soggetto stancarsi mai non bisogna finchè perduta non è ogni e qualunque speranza di produrre alcun bene; e tanto più necessario si rende nel caso nostro di raddoppiare gli sforzi, che oltre alla solita resistenza opposta sempre dagli uomini a tutto ciò che contrasta colle loro

abitudini, hanno anche le nuove misure in loro discapito la rimembranza dell'epoca tempestosa nella quale furono promulgate. Lo spirito di partito quindi si unisce alla sconsigliatezza per volerle proscrivere; indipendentemente però da qualunque riflesso sopra il passato, vi sono delle cose suscettibili d'una verità assoluta; ed il sistema metrico è di questo genere, e dei principj vi sono, all'evidenza dei quali invano tenterebbersi di contrastare.

Che cosa significa misurare? Misurare significa determinare la relazione d'una grandezza qualunque verso un'altra della medesima specie che si è convenuto di prendere per termine di confronto di tutte quelle di questa specie; vi sarà dunque primieramente nelle misure una varietà relativa a quella delle specie di grandezza ed anche di sostanze che si vogliono confrontare, perchè si avrà

da misurare o una *lunghezza*, o una *superficie*, o un *volume*, o una *capacità*, o finalmente una quantità di materia che si valuta pel suo peso. In seguito quando per ciascuna di queste specie di grandezza sarà stata scelta una unità, converrà comporre con questa unità delle misure più grandi, per evitare l'uso della soverchia molteplicità dei numeri di cui si può formarsi difficilmente un'idea, e che servono ad imbarazzare il calcolo, e converrà poi anche dividere questa unità per misurare le quantità che sono di essa più piccole. Non è forse evidente che si arriverebbe di molto a sollevare la memoria, se stabilire si volesse in tutte le misure, a qualunque specie di grandezza appartenessero, i rapporti medesimi d'accrescimento o decrescimento, relativamente alla loro unità? Ecco ciò che precisamente fu fatto nel nuovo sistema metrico.

61. L'unità per le lunghezze, o l'*unità lineare*, è il *metro*.

L'unità per le superficie è l'*aro*

L'unità per i volumi è lo *stero*.

L'unità per la capacità dei recipienti coi quali si misurano i grani ed i liquidi è il *litro*.

L'unità per i pesi è il *gramma*.

Finalmente l'unità monetaria è il *franco*.

In ciascuna di queste specie si sono formate le misure composte, prendendo 10 volte, 100 volte, 1000 volte, 10000 volte l'unità fondamentale indicata qui sopra; e per le misure più piccole la stessa unità è stata divisa, prima in 10 parti, o *decine*; ciascuna di queste parti in 10 altre o *centesimi* dell'unità fondamentale; ciascuna di queste ultime in 10 altre, o *millesimi* dell'unità fondamentale, e così di seguito.

Che cosa vi può essere di più sem-

plice in una tale uniformità di relazioni conformi alla nostra maniera di conteggiare per *decine*, per *centinaja*, per *migliaja*, ec., e l'introduzione delle parti di 10 in 10 volte più piccole, o sia la divisione decimale dell'unità, la quale rendendo il calcolo delle frazioni simile a quello dei numeri interi, fa sparire dall'aritmetica tutte le operazioni sui *numeri complicati*, vale a dire le lire, soldi e denari, le tese, piedi, pollici, linee, ec., quasi sconosciute nelle piccole scuole, e la cui difficoltà era la causa che l'immensa maggioranza di quelli che sapevano leggere e scrivere le sole regole conoscevano appena dell'addizione e della sottrazione? Io dimando perdono al lettore se lo trattengo in cose tanto triviali, ma mi vi trovo costretto perchè questo è il punto più importante dell'argomento che io tratto. Se il calcolo decimale introdurre si po-

tesse nelle piccole scuole con l' uso delle nuove misure, non solo la donna di governo sarebbe in caso di fare tutti i calcoli, di cui avesse bisogno, ma l' agricoltore stesso eseguirebbe senza fatica tutte le sue misurazioni, ed aggiugnendovi l' uso del regolo e del compasso per tracciare alcune figure di geometria, costruirebbe da sè medesimo le sue mappe, e non sentirebbe alcun imbarazzo nella pratica dell' agrimensura.

62. Dopo di avere provveduto alla semplicità del calcolo coll' uso della numerazione decimale, conveniva applicare alle differenti misure composte, ed alle suddivisioni dell' unità, dei nomi indicanti questa numerazione; tale si è l' oggetto dei vocaboli

Deca, etto, kilo miria,
che corrispondono rispettivamente ai numeri

10, 100, 1000, 10000,

e dei vocaboli

Deci, cente, mille,
che corrispondono rispettivamente ai
 10^{mi} , 100^{simi} , 1000^{simi} ,
dell' unità fondamentale.

Questi vocaboli non si adoperano mai soli, ma si applicano a tutte le misure; laonde si dice egualmente un *ettometro* ed un *ettogramma* per la 100^{ma} parte d' un metro, e per quello di un *gramma*. Rispettivamente alle monete il cui uso è tanto frequente, per abbreviazione si è voluto contentarsi di dire *decimo*, *centesimo*, invece di *decifranco*, *centifranco*. Gettando gli occhi sul quadro qui unito si potrà formarsi a prima vista un' idea esatta e completa del sistema metrico.



[illegible]

63. Confrontando ora questo sistema con l'antico, come era fra noi adottato, chi potrebbe di buona fede non conoscere il vantaggio che ha la concatenazione regolare di queste parti sopra la confusione presentata dalle divisioni incoerenti, come quelle

Della *tesa* in 6 piedi, del *piede* in 12 pollici, ec.;

Del *moggio* in 12 sestieri, o in 10 (secondo che si tratta del grano o del carbone di legna); della *mina* in 2 semimine, della *semi-mina* in 3 staja, dello *stajo* in semi, quarti, mezzi quarti, o in *quartucci*, ec.;

Della *libbra* in 2 marche, della *marca* in 8 once, dell'*uncia* in 8 grossi, del *grosso* in 3 scrupoli, dello *scrupolo* in 24 *grani*;

Finalmente della *lira tornese* in 20 soldi, e del *soldo* in 12 *denari*?

Da tutto ciò si comprende che nelle

operazioni aritmetiche erano necessarie, per così dire, altrettante regole di calcolo, quanti vi erano generi di misure, ed uno sforzo di memoria ben grande per apprendere e ritenere i loro nomi ed i loro ragguagli. Quest' ultimo inconveniente era gravissimo per le persone poco istruite, ed inseparabile si rendeva da qualunque nomenclatura che formata non fosse come quella superiormente esposta. Intacca esso particolarmente quelle denominazioni che solo per condiscendenza alle antiche abitudini l'autorità permette d'applicare alle misure del nuovo sistema. I vocaboli antichi che si trovano fra queste denominazioni, come *lega*, *arpento*, *pinta*, *libbra*, ec., darebbero luogo a moltissimi equivoci, perchè secondo il sistema al quale vengono applicate esprimono delle cose assai differenti.

64. La difficoltà che alcuni oppongono

all'adozione dei nomi dei nuovi pesi, perchè tratti dal greco o dal latino, non merita alcuna considerazione. Il linguaggio anche più usuale è ripieno di vocaboli greci egualmente difficili a pronunciarsi che i sopra citati. Se il popolo talvolta gli altera, ciò non impedisce di riconoscerne la loro origine, e quando si dice *chirurgo* e *farmacista*, si può anche dire *kilogramma* e *decalitro*. Si aggiunga ancora che le persone appunto più rozze sono quelle che più presto s'istruiscono in quello che riguarda il loro interesse, e non si potrà fare a meno di convenire sulla superiorità d' un sistema metrico, la cui intelligenza non dipende che da un numero tanto ristretto di vocaboli. Chi saprà cosa sia un *centimetro*, saprà nel tempo stesso cosa sia un *centigramma*, un *centilitro*, un *centinaro*. Ma chi sa che un soldo è la 20.^a parte della lira

tornese può sempre ignorare qual valore abbia il grosso in ragguaglio alla libbra.

Nel ricondurre tutte le misure all'uniformità in un paese esteso quanto il nostro, ove non solo esse variano di provincia in provincia, ma da città in città, ed alle volte anche da villaggio in villaggio, contrariare naturalmente si dovea un gran numero d'abitanti; ma fatto il primo passo, perchè arrestarsi all'antico sistema, che non era generalmente adottato, e privarsi così del vantaggio di far accordare la progressione delle misure col nostro sistema di numerazione in uso presso tutte le nazioni civilizzate? Ecco, per quanto mi pare, dei motivi più che non occorrono per comprovare l'utilità del nuovo sistema metrico, relativamente a tutte le professioni, indipendentemente dal pregio che esso può avere per parte delle basi

astronomiche e fisiche sopra le quali è stabilito, come io mi accingo a darne un'idea. Non ho voluto collocarlo in prima linea sotto questo rapporto, come si suol farlo comunemente, perchè da ciò proviene che molti si sono persuasi, non dover esser loro di verun vantaggio il risultato di lavori tanto eterogenei alle loro cognizioni.

65. Tutte le misure relative all'estensione, vale a dire le misure di lunghezza, di superficie, di volume e di capacità, derivano immediatamente dal metro.

L' *aro* è un quadrato il cui lato ha 10 metri di lunghezza, e che contiene per conseguenza 100 metri quadrati. Lo *stero* è il metro cubico, vale a dire uno spazio chiuso da 6 facce quadrate, di cui ciascun lato ha un metro di lunghezza.

Il *litro*, qualunque forma gli si vo-

glia dare, contiene uno spazio eguale al decimetro cubico, e come si vedrà in appresso, 1000 *litri*, o sia un kilolitro, fanno un volume eguale allo *stero* o sia metro cubico.

Il *gramma*, o sia l'unità di peso, è quello d'un volume d'acqua pura eguale ad un centimetro cubico. Per acqua pura s'intende quella che fu distillata, e siccome la densità dell' acqua si cambia colla temperatura, scelto così venne il punto ove questa densità è al suo *maximum*, ciò che succede un momento prima della congelazione.

L'unità monetaria si deduce dall'unità di peso; il franco pesa 5 grammi, e contiene 9 10^{mi} d'argento fino, ed un 10^{mo} di lega.

66. Per terminare di prendere nella natura le basi del sistema metrico, più non rimaneva adunque che dedurre il metro da alcune linee date dall' osser-

vazione, ed affinchè nulla vi fosse di locale in un'operazione, che doveva interessare egualmente tutti i popoli istruiti, si convenne di dare al metro una lunghezza eguale alla decimilionesima parte della distanza dal polo all'equatore, misurata sul meridiano terrestre.

Non è già qui il luogo di parlare delle belle e grandi operazioni effettuate dai signori Delambre e Méchain, per determinare questa lunghezza, continuate poi dai signori Biot, Arago, ed altri astronomi spagnuoli; giacchè se ne trova la spiegazione in una serie abbastanza numerosa d'opere che devono essere lette necessariamente da coloro che acquistar vogliono delle nozioni esatte sopra uno de' più importanti lavori scientifici dei nostri tempi.

Io mi limiterò a qui dire soltanto, che in conseguenza di queste osserva-

zioni fissato venne l' esatto ragguaglio del metro alla tesa; ed a fine d' evitare quegli errori, che risultare potevano dalle dilatazioni e dalle condensazioni prodotte dalla temperatura, nella lunghezza de' campioni fabbricati in *platin*, valutata fu sempre questa lunghezza alla temperatura del ghiaccio che si liquefa, che è uguale a 0, e fu trovato di 443 linee, 296, ovvero 3 piedi, o pollici, 11 linee, 296.

Non minore attenzione fu posta nel determinare il ragguaglio dell' unità di peso antica e nuova. I signori Haüy e Le-Fevre Gineau, che occupati si sono successivamente di questa ricerca, vi adopraron delle procedure esatte non meno che ingegnose; operato essi già non hanno sul gramma, troppo piccolo essendo il suo volume; ma hanno determinato in pesi antichi la gravità del kilogramma d' acqua distillata, il cui

volume è uguale ad un decimetro cubico, e questo peso si è trovato di grani 18827,15 ovvero libbre 2,0428 peso di Parigi.

Non solo le scienze matematiche e fisiche hanno spiegate tutte le loro risorse per assicurare l'esattezza delle basi del sistema metrico decimale, ma anche le arti gareggiarono con esse al suo perfezionamento; nuovi istrumenti furono inventati dai più abili nostri meccanici Fortin e Lenoir, per la costruzione dei campioni, onde confrontarli con le altre misure; e le stesse misure acquistarono una perfezione capace di molto influire nella pratica dei mestieri che richiedono molta precisione. Il signor Kutsch per adoperare una macchina da dividere eseguì in bossolo dei doppj decimetri, le cui divisioni sono lisce, non meno che esatte, e il cui prezzo non è superiore a quello dei *piedi-di-re*

della stessa materia, ed il più delle volte assai male eseguiti.

È cosa molto importante d'osservare che l'artefice, il quale ordinariamente limita l'esattezza dei suoi lavori all'ultima divisione della misura di cui si serve, mancare non potrebbe d'acquistare una precisione maggiore, adoperando una misura, non solo meglio fatta, che non è il piede, ma la cui ultima divisione eziandio (il millimetro), essendo due volte circa più piccola della linea, gli obbligherebbe a prendere più esattamente la dimensione degli oggetti che si propone di costruire. Questi doppj decimetri possono il più delle volte servire di scala per la costruzione delle mappe (n.º 36), e sono d'un uso assai comodo quando le misure sono state prese sopra il terreno col decametro, o con il metro, e quando la divisione si opera con uno dei divisori del n.º 10.

Finalmente per non lasciar nulla da desiderare, i dotti che concorsero nello stabilimento del sistema metrico, non cessarono di propagare le istruzioni più chiare e più precise sopra questo sistema, e sopra il confronto tra le antiche e le nuove misure. Raccolsero essi dalle diverse parti della Francia tutte le informazioni che era possibile il procurarsi su le misure locali, che nella massima parte erano quasi sconosciute fuori del luogo ove si trovavano usate. Non vi è dunque alcun titolo sotto il quale la riforma dei pesi e delle misure non sia stata vantaggiosa alla società, e per conseguenza se la ragione fosse sempre ascoltata, il successo di questa bella operazione sarebbe stato completo: ma, come l'ho di già detto, il pregiudizio e la noncuranza vi si sono opposti gagliardamente, e con una mala intesa esecuzione delle leggi hanno

resi i calcoli più complicati ancora che non lo erano nell'antico sistema.

67. Infatti, in luogo di affrettarsi a sostituire nelle operazioni le misure nuove alle vecchie, si continuò quasi sempre generalmente a servirsi di queste, prendendo poi l'assunto di convertirne i risultati in misure decimali, quando necessario si rende di farle diventare legali. Laonde oltre alle operazioni che aveva a fare un artefice per estendere un *fa bisogno*, una fattura per le misure antiche, è necessario ora di più che vi aggiunga il ragguaglio di quelle misure in misure decimali, operazione lunga, della quale egli non avrebbe avuto bisogno se avesse preso le sue misure col metro, col decimetro, se pesato avesse col kilogramma, col gramma, ec. Se l'agrimensore seco portasse il metro invece della tesa, o del regolo di 4 piedi, ed il doppio decimetro, invece del piede,

del pollice e della linea, allora non gli sarebbe forse egualmente comodo di regolarsi su le prime divisioni, come su le seconde? Io non parlerò punto della tesa, perchè il doppio metro le va tanto vicino, che la differenza si rende all'occhio insensibile.

Ciò che sopra tutto si doveva evitare, e che sciaguratamente è quasi sempre accaduto, spargendo anche il ridicolo in questa pratica, e per conseguenza anche l'alienazione, le riduzioni inesatte vi furono perfino sui pubblici affissi dell'antico nel nuovo sistema. Perchè discendere per esempio perfino al millimetro, per esprimere un numero che nelle antiche misure porta una differenza di quasi 5 o 6 pollici? Quando si dice che una pianta ha un piede d'altezza non basta forse di segnare 3 decimetri, invece di 324 millimetri, e ciò che sarebbe più ridicolo ancora, 3 de-

cimetri, 2 centimetri, 4 millimetri? Volendo indicare una grandezza di una linea ad una linea e mezzo, non è meglio il dire da due a 3 millimetri senza scrivere perfino i millesimi dei millimetri? In fine ogni qualvolta viene proposta una costruzione qualunque nella quale indicare si devono delle misure a piacimento, non è forse d' uopo il prenderle in numeri rotondi nel nuovo sistema, come si sarebbe fatto nell'antico? Si diceva altre volte, per esempio, che un muro di cinta deve avere 6 piedi dal tetto in giù; in oggi si deve dire che deve avere due metri, e non già un metro novecentoquarantanove millimetri, come lo indicherebbe l'esatta riduzione della tesa in metro. Con quest' attenzione le espressioni nel nuovo sistema metrico non sarebbero più complicate che nell'antico, ed i calcoli sarebbero infinitamente più semplici.

Siccome nell' ordine naturale delle cose non si dovrebbe avere di bisogno di convertire le misure nuove in antiche, così limitato mi sono nelle tavole poste in fine dell' opera a dare gli elementi necessarj per convertire le antiche misure nelle nuove.



PARTE . SECONDA.

DEL CALCOLO

DEGLI ARI E DEI VOLUMI.

68. Questi calcoli, e le operazioni di misurazione che ne forniscono i dati, compongono ciò che si chiama la *perticazione* delle superficie e dei solidi, il che nelle misure nuove chiamar si dovrebbe la *metricazione*.

69. Già da me furono riportate dall' articolo 25 al 30 le formole che servir possono a calcolare gli ari delle principali figure geometriche. Tutte queste formole conducono alla moltiplicazione

di due numeri esprimenti delle misure lineari. Questa moltiplicazione, spesso assai lunga, quando operarla conviene sopra numeri espressi in tese, piedi, pollici e linee, non differisce punto dalla moltiplicazione dei numeri intieri, quando si adoperano le nuove misure. La sola attenzione particolare al calcolo decimale consiste nel posto che conviene dare alla virgola dopo l'operazione, e questa spiegata si trova nella maggior parte delle istruzioni pubblicate dall'amministrazione dei pesi e misure, ed in quasi tutte le opere elementari d'aritmetica (veggasi fra le altre opere il mio *Trattato elementare d'aritmetica ad uso della scuola centrale delle quattro nazioni*, pag. 64 e seguenti). Si abbia per esempio un rettangolo di 49, 54 metri di base, sopra 15, 27 metri d'altezza; si formerà prima di tutto il prodotto dei due numeri 4954, e 1527,

numeri che si ottengono sopprimendo la virgola che in ambo i numeri separa i decimali dai metri, e per prodotto si avrà il numero 7 564 758; per esprimerne il risultato in metri quadrati basterà di separare quattro cifre alla destra con una virgola, e così si avranno 756 metri quadrati, e le 4 cifre rimanenti 4758 esprimeranno altrettante parti decimali del metro quadrato.

Se si trattasse della misura d'un pezzo di terra, non si farebbe conto veruno di queste frazioni, e si trasformerebbe immediatamente la misura in ari e centiari; separando con una virgola due cifre sulla destra del numero 756, si avranno 7 ari e 56 centiari. Se il numero dei metri quadrati fosse di più di quattro cifre, il campo da misurarsi comprenderebbe allora degli ettari: 43927 metri quadrati, per esempio, comprendono 4 ettari, 39 ari, 27 centiari.

70. Proponendosi di valutare delle superficie piccole, come per le costruzioni di muratore o di falegname, bisogna tener conto delle parti del metro quadrato, ed in questo caso bisogna guardarsi bene di confondere il decimo del metro quadrato con il decimetro quadrato, ed il centesimo del metro quadrato con il centimetro quadrato. Se il metro lineare contiene 10 decimetri, il metro quadrato conterrà 10 volte 10, o sia 100 quadrati d'un decimetro di lato, i quali saranno per conseguenza altrettanti decimetri quadrati (vedi *fig. 54*). Nello stesso modo si troverà che contenendo il metro lineare 100 centimetri, il metro quadrato conterrà 10,000 quadrati d'un centimetro di lato, o 10,000 centimetri quadrati; da ciò ne segue che separare bisogna di due in due a partire dalla virgola i decimali del metro quadrato, per

ottenere le parti quadrate del proprio aro. Nell'esempio del numero precedente i 4758 dieci millesimi di metro quadrato danno 47 decimetri quadrati e 58 centimetri quadrati.

Se le cifre decimali si trovassero in numeri dispari, per ridurle in misure quadrate converrebbe renderne il numero pari, scrivendo uno zero alla fine; per esempio un rettangolo che abbia 27 metri di base, sopra 4,3 metri d'altezza, dà per prodotto 116,1; e mettendo uno zero alla destra di questo numero, diventa esso 116,10, numero che si pronuncia dicendo 116 metri quadrati, e 10 decimetri quadrati. Qual differenza fra questa facilità di convertire le misure decimali le une nelle altre, e quelle ripetute operazioni che praticare era d'uopo nell'antico sistema, per ridurre le tese in piedi, i piedi in pollici, e che diventavano più complicate ancora,

se si trattava di piedi quadrati, di pollici quadrati, ec.!

71. I lavori di muratore che occorre spesso di far eseguire alla campagna, e che si valutavano alla tesa cubica, devono essere riportati al metro cubico.

Siccome questi lavori che stanno in relazione prossima coll'agricoltura, riposano sopra il calcolo delle superficie e dei volumi dei corpi, così ho creduto necessario di qui porgere le formole principali di questo calcolo con alcune applicazioni.

Per misurare le superficie ed i volumi dei corpi si distinguono quelli che terminati sono da superficie piane, da quelli che sono rotondi. La superficie dei primi si calcola colle formole riportate agli articoli 25 al 30, e perciò qui non si tratterà che del loro volume.

Il corpo, il cui volume è più facile a misurarsi, si è il parallelepipedo

rettangolo. Questo è indicato alla *fig. 55*. Tutte le sue facce sono altrettanti rettangoli, e si può rappresentarsene la capacità come quella d' una cassetta; è cosa facile a concepirsi che se il fondo di questa cassetta è ripartito in un certo numero di piccoli quadrati, sopra ciascuno dei quali si posa un piccolo cubo avente la stessa faccia, si formerà una specie di strato, la cui grossezza sarà quella del piccolo cubo, eguale cioè al lato del piccolo quadrato; e collocare si potranno altrettanti di questi strati di cubi nella cassetta, quante volte la grossezza d' uno strato è contenuta nell' altezza di questa cassetta. Si troverà il numero totale dei piccoli cubi, moltiplicando il numero dei cubi contenuti in ciascheduno strato, col numero di quegli strati medesimi. Ora se si prende per lato del piccolo cubo quella divisione lineare che misura esattamente le di-

mensioni della cassetta, il numero dei quadrati contenuti nella sua base esprimerà l'area di questa base (n.º 25, 26); e moltiplicandolo con il numero delle misure lineari contenute nella densità della cassetta, si avrà il numero dei piccoli cubi che essa contiene, ciò che darà per conseguenza la sua misura relativa a questi. Da ciò si deduce che la misura d' un paralelloipedo rettangolo è *il prodotto dell' area, dell' una qualunque delle sue facce moltiplicata con la sua densità, presa perpendicolarmente a queste facce.*

Quella delle facce che si sceglie in questo calcolo si nomina *base*, e la *densità* corrispondente si chiama *altezza*, perchè il più delle volte si tratta di corpi che sono posati orizzontalmente, e la cui densità è verticale. Si dice per conseguenza che la *misura del volume d' un paralelloipedo rettangolo* è

il prodotto dell' area della sua base, per la sua altezza. Sia per esempio AB di 7 metri, BC di 4 metri; AD di 5 metri, l' area ABCD conterrà 4 volte 7 o sia 28 metri quadrati, e questo prodotto moltiplicato con l' altezza di 5 metri darà 140 metri cubici. Si vede che ciò viene a moltiplicare successivamente i numeri 7, 4, 5, fra essi.

72. Le parti decimali che trovare si potessero nella misura delle dimensioni del parallelopipedo proposto non renderebbero punto l' operazione più difficile.

Sian per esempio i due lati della base 49, 54 metri e 15, 27 metri, e l' altezza 8,5 metri; moltiplicando senza badare alle virgole il primo di questi numeri col secondo, ed il loro prodotto col terzo, si otterrà 643004430; ma siccome vi sono in tutto cinque cifre decimali, cioè due in ciascuno dei due primi numeri, ed una nel terzo, così

separare bisogna un egual numero sulla destra del prodotto che si è trovato, il quale diventerà in tal guisa 6430, 04430. La parte del numero situata a sinistra della virgola esprimerà i metri cubici.

Se si vuole tener conto delle cifre decimali collocate a destra, osservare conviene, che le parti da esse espresse sono successivamente il 10.^{mo}, il 100.^{mo}, ec., del metro cubico, e che confondere non si deve il 10.^{mo} del metro cubico col decimetro cubico; perchè contenendo un metro lineare 10 decimetri, la base del metro cubico contiene 100 decimetri quadrati, che moltiplicati per 10 daranno 1000 cubi d'un decimetro di lato, o 1000 decimetri cubici. Si troverà egualmente, che il decimetro cubico contiene 1000 centimetri cubici. Da ciò risulta che il decimetro cubico è la millesima parte del metro cubico, che il centimetro

cubico è la millesima parte del decimetro cubico, e che in generale bisogna prendere le cifre decimali di 3 in 3, perchè esse corrispondano a misure cubiche.

La parte decimale del numero 6450, 04450 non contenendo 6 cifre, non può dividersi in gruppi di 3 cifre, ma vi si supplisce aggiungendone una a destra, ciò che non cangia punto il valore totale del numero, ed allora si trova 6450,044,500, numero che si annuncia così:

6450 metri cubici, 44 decimetri cubici e 500 centimetri cubici.

73. Per misurare il volume dei corpi terminati da superficie piane conviene decomporli in quelli che io sono per definire adesso.

1°. Il *prisma*, la cui base è un poligono qualunque, le cui facce laterali sono altrettanti parallelogrammi (vedi *fig. 56*).

Il suo volume si ottiene moltiplicando l' area della sua base colla sua altezza.

2.° La piramide è quel corpo la cui base è un poligono qualunque, e di cui tutte le altre facce sono altrettanti triangoli che hanno la loro cima al medesimo punto, *fig. 57.*

Il suo volume si ottiene moltiplicando l' area della sua base col terzo della sua altezza.

3.° Il prisma triangolare secato diritto rappresentato nella *figura 58*, la cui base superiore non è parallela all' inferiore.

Il suo volume si ottiene moltiplicando l' area del triangolo che gli serve di base col terzo della somma dei tre lati perpendicolari alla sua base inferiore.

Gli appiombi e le squadre contrassegnati su le figure, mostrano come si prendano le altezze di questi corpi, tanto al di dentro quanto al di fuori.

74. Per dare un esempio dell' uso di queste formole indicherò come si può valutare il volume di terra levata per iscavare un fosso, il cui contorno è un rettangolo, i bordi sono a scarpa, ed il fondo orizzontale, *fig. 59.*

La parte che corrisponde a piombo sulla superficie inferiore del fosso non offre veruna difficoltà, perchè è un parallelopipedo rettangolo, se, come io qui lo suppongo, il terreno primitivo è orizzontale; resta dunque da misurarsi l' apertura. Ora prendendo quest' apertura in quadrato sui lati della figura si forma un prisma triangolare, le cui basi sono altrettanti triangoli rettangoli eguali AEF, BGH, e la cui altezza è AB. Il suo volume si calcola con la formola del prisma sopra indicato. Fra le basi di questo prisma e la congiunzione AC e BD delle due scarpe contigue, si trovano due piramidi

che hanno per base gli stessi triangoli AEF, BGH, e per altezza le parti CF e DH della parte esteriore CD, che oltrepassano la parte interiore AB. Queste piramidi si calcolano colla formola propria a questa specie di corpo. Ripetendo l'operazione per ciascuna diversa scarpa, e prendendo la somma dei risultati parziali si avrà il volume loro totale.

Se i bordi del fosso fossero verticali, il fondo orizzontale, ma la superficie del terreno non fosse a livello, adoperar converrebbe la formola del prisma triangolare secato dividendone il fondo in triangoli, e misurandone la profondità sopra ciascun angolo del triangolo. A tal uopo servono i rialti o *testimonj* che si lasciano nelle grandi escavazioni.

75. Quando si tratta di misurare dei materiali in mucchio si procura di dar loro una forma la più regolare possibile. Le pietre, la legna, si dispongono

in parallelopipedi rettangoli, e si misurano facilmente. Le terre prendono un declivio di cui bisogna tener conto. La *fig. 60*, che non è che la *fig. 59* rovesciata, mostra la decomposizione d'una massa di terra in prismi ed in piramidi; le linee laterali indicano le dimensioni che si devono misurare. Quelli fra i nostri lettori che con attenzione studiarono gli articoli 31 al 33, comprenderanno facilmente che questi volumi possono essere calcolati, sia con la somma delle parti che li compongono, sia racchiudendoli in un corpo regolare, e tagliando fuori dal volume di questo corpo quello degli spazi che resta vòto. Il più delle volte, quando questi spazi sono piccoli, si stimano semplicemente a vista, o si compensano con degli spazi sovrabbondanti nel volume da misurarsi, come indicato venne per le aree al numero 34.

76. Passo ora alle formole che riguardano i corpi rotondi; e siccome per misurare questi corpi calcolare bisogna la superficie del circolo, così farò osservare:

1.° Che la circonferenza d' un circolo si ottiene moltiplicando il suo diametro col numero 3,14159, di cui non si prendono che due o tre cifre decimali, se non occorre una grande esattezza.

2.° Che misurato avendone la circonferenza, se ne dedurrà il diametro moltiplicando col numero decimale 0,31831.

3.° Che l'area d' un circolo si ottiene moltiplicando l'area del quadrato costruito sopra i suoi raggi col num. 3,14159 di già citato, o quella del quadrato costruito sopra il suo diametro col numero 0,7854, quarto del precedente.

Ciò posto, indicherò i corpi rotondi più semplici.

1.° Il *cilindro dritto*, o perpendicolare

sulla sua base, la quale è un circolo, veggasi la *fig. 61*.

La sua superficie si ottiene moltiplicando la circonferenza della sua base colla sua altezza, ed il suo volume moltiplicando l'area della sua base colla sua altezza.

2.º Il cono dritto, la cui cima corrisponde a piombo sul centro del circolo che forma la sua base, *fig. 62*.

Si ottiene la sua superficie moltiplicando la circonferenza della sua base con la metà della lunghezza AB, che si chiama il suo lato; ed il suo volume moltiplicando l'area della sua base col terzo della sua altezza.

3.º La sezione del cono dritto, o cono dritto secato paralellamente alla sua base, *fig. 63*.

Si ottiene la sua superficie moltiplicando la somma della circonferenza delle due basi con la metà del suo lato AB.

Per ottenere il volume conviene prendere il raggio della base superiore, quello della base inferiore, calcolare l' area del quadrato costruito sulla loro somma, sottrarne il loro prodotto, poi moltiplicare il resto con l' altezza di questa sezione 3,14159.

Essendo questa formola più complicata della precedente, ecco un esempio della sua applicazione. Io suppongo che la base inferiore abbia 4 decimetri di raggio, la base superiore 3, e che l' altezza sia di 5, si aggiungerà 3 a 4, ciò che farà 7; si moltiplicherà questo numero con sè stesso per ottenere l' area del quadrato, ciò che darà 49; se ne distaccherà il prodotto di 3 per 4, o 12, e resterà 37, che si moltiplicherà tosto con 5, e si troveranno 185 decimetri cubici; a motivo della piccolezza del decimetro cubico, basterà prendere le 3 prime cifre del numero 3,14159; mol-

tiplicando dunque 185 per 3,14 si avrà per ultimo risultato 580,90, vale a dire circa 581 decimetri cubici; ora prendendone il terzo si avrà 193 e 63, vale a dire 194 decimetri cubici.

4.º La *sfera* o palla perfettamente rotonda da tutte le parti, *fig. 64*

Si ottiene la sua superficie moltiplicando l' area del quadrato costruito sopra il suo diametro col numero 3,14159; ed il suo volume moltiplicando la sua area col terzo del suo raggio, o semi-diametro, ovvero, ciò che è lo stesso, col sesto del diametro.

77. Le formole che danno la superficie ed il volume del cilindro, servono a calcolare i muri dei pozzi e delle parti rotonde nelle costruzioni; le formole della sfera si applicano a qualche centinatura di forno, ec. Per limitarmi ai volumi e capacità, oggetto speciale di quest'articolo farò osservare che la

forma cilindrica è quella dei litri, decaltri, delle antiche mine, staja, ecc., e di moltissimi recipienti adoperati per misurare i grani od i liquidi; con la formola dunque del volume del cilindro si può calcolare o verificare la capacità di queste misure, imperocchè quando si ha la misura d'una capacità in metri cubici, e parti del metro cubico, nulla è più facile che convertirla in litri, poichè il litro equivale al decimetro cubico e dà per conseguenza la millesima parte del metro cubico. Nell'esempio della pagina precedente i 194 decimetri cubici rappresentano 194 litri, se si tratta di grani o di liquidi, ovvero un ettolitro, 9 decaltri e 4 litri; di passaggio osserverò poi che il kilolitro contiene 1000 litri, e per conseguenza equivale al metro cubico. Anche in questa circostanza il nuovo sistema metrico ha un gran vantaggio sull'antico, poi-

chè una capacità espressa con la tesa cubica e sue parti non poteva essere convertita in pinte, staja, cc., che con operazioni assai complicate, e i cui elementi non erano conosciuti abbastanza.

78. La formola del cono secato deve esser particolarmente osservata, essendo d' un uso frequente: i tini, i mastelli, le caldaje, e molti fra i grandi recipienti, vi si riferiscono immediatamente.

Le botti, quando non si esige una grande esattezza, riguardate esser possono come composte di due coni secati, vedi la *fig.* 65.

Se si volesse una precisione maggiore, senza ricorrere ad una formola più complicata basterebbe ripartire la botte in quattro coni secati, come nella *fig.* 66, od anche in sei. Con questo mezzo calcolare si potrebbe anche la

curvatura delle doghe della botte verso il suo mezzo.

Posta così essendo la botte sul suo fondo, si può, quando non è piena, determinare il vòto che vi si trova infondendo una bacchetta sino alla superficie del liquido, e misurando, sia la circonferenza, sia il diametro della botte nella stessa distanza al di sotto del suo fondo superiore; si calcolerà il volume del cono secato, avente per base il fondo e la superficie del liquido, e si avrà il volume della botte. Se il liquido non arrivasse alla metà, infondere converrebbe la bacchetta sino al fondo inferiore, e considerare il cono secato compreso fra questo fondo e la superficie del liquido.

79. Vi sono dei trattati sopra la maniera di stazare, che danno delle formole appropriate a varie curvature particolari delle doghe; ma queste formole

sicure non possono essere che per le botti precisamente costruite secondo quelle date forme.

La formola più usitata prescrive *di calcolare l'area del circolo, avente per diametro $\frac{1}{3}$ di quella del fondo, più $\frac{1}{5}$ di quella della pancia, e di moltiplicarla con la lunghezza della botte.*

Questa regola dà un risultato più grande che la somma dei due coni secati da noi sopra indicati; coloro però che non temono il calcolo, e che desiderano di sapere con esattezza il risultato delle loro operazioni, possono col mezzo di diversi diametri, e delle distanze di questi diametri, che essi avranno la cura di misurare preventivamente, costruire sulla carta lo spaccato della botte, come lo indica la *fig. 67*, poi calcolare nel tempo stesso le sezioni dei coni, contrassegnate con le linee interiori alla curva delle doghe, e con le linee este-

riori: la prima somma darà un totale più piccolo della capacità del recipiente, la seconda darà un totale più grande; il mezzo fra le due sarà sensibilmente esatto, l'errore essendo al disotto della differenza di questi risultati.

Ciò riguarda però quei lettori soltanto che hanno del genio per questo genere d'operazioni, onde metterli sulla via delle procedure che adoperare si devono con i recipienti terminati in curve più irregolari ancora, e mostrar loro come valutar possano l'esattezza delle loro pratiche.



TAVOLE.



La tavola I non contenendo che il valore di ciascuna unità delle antiche misure, non ha bisogno di veruna spiegazione. Si concepirà poi facilmente l'uso delle altre tavole, osservando che per prendere 10 volte, 100 volte, 1000 volte i numeri da esse contenuti basterà retrocedere di 1, 2, 3, posti verso la destra.

Siano per esempio 1437 arpenti 59 pertiche, misura di Parigi, da convertirsi in ettari ed ari.

ACRIM.

15

Si troverà il ragguaglio nella tav. III.

	Ettari	
Per 1000 arpenti	341,	8870
400 . . .	136,	7548
30 . . .	10,	2566
7 . . .	2,	3932
Per 50 pertiche .		1709
9 . . .		308
Somma . . .	491,	4933

Vale a dire 491 ettari, 49 ari, e 33 centi ari.



*TAVOLA di rapporto dell'antica colla nuova
misura.*

MISURE DI LUNGHEZZA.

Metri.

Lega comune di 25 al grado	
di 2280 tese. . . .	4444
— marittima di 20 al grado	5556
— piccola di 2000 tese .	3898
— piccola di 2500 . . .	4873
Pertica d'acqua e foreste, di	
22 piedi.	7,1465
Pertica di Parigi, di 18 piedi	5,8471
Auna di Parigi di 5 piedi, 7	
pollici, 10 linee . . .	1,188
Tesa di Parigi di 6 piedi	1,94904
Piede di re di 12 pollici	0,32484
Pollice di 12 linee . .	0,02707
Linea	0,002256

MISURE DI SUPERFICIE.

metri quad. ari

Arpento d'acqua e fo-		
reste di 100 pertiche		
quad. (di 22 piedi)	5107,2	51,072
— di Parigi di 100		
pertiche (di 18 piedi)		
quadrate . . .	3418,9	34,189
Pertica d'acque e fo-		
reste (di 22 piedi		
quadrati) . . .	51,072	0,51072
Pertica di Parigi (di 18		
piedi quadrati) .	34,189	0,34189
Auna di Parigi quadrata	14,12	
Tesa quadrata, 36 piedi		
quadrati . . .	3,79874	
Piede quadrato, 144		
pollici quadrati . .	0,10552	
Pollice quadrato, 144		
linee quadrate . .	0,000735	
Linea quadrata . .	0,000005	

MISURE DI VOLUME.

metri quad. ari

Tesa cubica, 216 piedi	
cubici	7.40389 met.c.
Piede cubico , 1728	
pollici, ...	54,2773 dec. c.
Pollice cubico, 1728 li-	
nee	19,8364 centi. c.
Linea cubica	11,479 millim.c.
Trave di carpento di	
3 piedi cubici . . .	102,8318 dec. c.
Corda d'acque e foreste.	3,859 ster.om.c.
Moggio di grano di Pa-	
rigi, 12 sestieri . .	1872 lit.
Sestiere di Parigi, 240	
libbre, 2 libbre, 2	
mine, 4 minette, o	
12 staja.	156
Stajo di Parigi 16 li-	

tricini, o 663, 8 pol- lici cubici. . . .	15 lit.
Litricino, 40,9 pollici cubici	0,8125
Orcio di vino di Parigi, 288 pinte	268,2144
Pinta di Parigi poco meno di 47 pollici cubici, due mezzette o sestieri, 8 pesi, 16 mezzettine . .	0,9313



MISURE DI PESO

Tonnellata di mare, libbre 2000 . . .	979,01 kilog.
Quintale, 100 libbre	48,95058
Libbra, 2 marchi, 16 once.	0,489506
Marco, 8 once . .	2,44753 ett.
Oncia, 8 grossi . .	3,05941 deca.
Grosso, 72 grani . .	3,8243 gram.
Grano	0,05311
Carato del gioielliere, circa 4 grani . .	0,21244
Carato del saggiatore 32/322 ha in tutto	0,041667
1/32 del carato del saggiatore . . .	0,001302
Denaro del saggiatore, 24 gran. 1/12 del tutto	0,083333
Un grano del saggiatore	0,003472

*TAVOLA per ridurre le tese, piedi, pollici
e linee, in metri, e parti di metro.*

Tes.	Metri	Pied.	Decim.	Poll.	Centim.	Lin.	Mill.
1	1,94904	1	3,2484	1	2,7070	1	2,256
2	3,89807	2	6,4968	2	5,4140	2	4,512
3	5,84711	3	9,7452	3	8,1210	3	6,768
4	7,79615	4	12,9936	4	10,8280	4	9,024
5	9,74519	5	16,2420	5	13,5350	5	11,280
6	11,69422	6	19,4904	6	16,2419	6	13,536
7	13,64326	7	22,7388	7	18,9489	7	15,792
8	15,59230	8	25,9872	8	21,6559	8	18,048
9	17,54133	9	29,2356	9	24,3629	9	20,304
10	19,49037	10	32,4840	10	27,0699	10	22,560
				11	29,7769	11	24,816



*TAVOLA per ridurre gli arpent in ettari,
e le pertiche in ari.*

Arpent o Pertiche	Arpent d'acque e foreste, in ettari, o pertiche quad. in ari.	Arp. di Parigi in ettari, o pertiche quadrate in ari.
1	0,510720	0,341887
2	1,021440	0,683774
3	1,532160	1,025661
4	2,042880	1,367548
5	2,553600	1,709435
6	3,064320	2,051322
7	3,575040	2,393209
8	4,085760	2,735096
9	4,596480	3,076983
10	5,107200	3,418870

TAVOLA per ridurre i pesi antichi in nuovi.

	Grani in deci.	Grossi in gram.	Once in decigr.	Libbre in kilogr.	Quintali in miria.
1	0,531	3,824	3,059	0,48951	4,8951
2	1,062	7,648	6,119	0,07901	9,7901
3	1,593	11,472	9,178	1,46052	14,6852
4	2,124	15,296	12,238	1,95802	19,5802
5	2,655	19,120	15,297	2,44753	24,4753
6	3,186	22,944	18,356	2,93704	29,3704
7	3,717	26,768	21,416	3,43654	34,2654
8	4,248	30,592	24,475	3,91605	39,1605
9	4,779	34,416	27,535	4,40555	44,0555
10	5,310	38,240	30,594	4,89506	48,9506

TAVOLA per ridurre i metri, i decimetri, centimetri e millimetri in piedi, pollici e linee.

Metri.	Piedi.	Poll.	Linee	Metri.	Piedi.	Poll.	Lin.
1	3.	0.	11,296	100	307.	10.	1,6
2	6.	1.	10,593	200	615.	8.	3,2
3	9.	2.	9,888	300	923.	6.	4,8
4	12.	3.	9,184	400	1231.	4.	6,4
5	15.	4.	8,480	500	1539.	2.	8,0
6	18.	5.	7,776	600	1847.	0.	9,6
7	21.	6.	7,072	700	2154.	10.	11,2
8	24.	7.	6,368	800	2462.	9.	0,8
9	27.	8.	5,664	900	2770.	7.	2,4
10	30.	9.	4,960	1000	3078.	5.	4,0
20	61.	6.	9,92	2000	6156.	10.	8
30	92.	4.	2,88	3000	9235.	4.	0
40	123.	1.	7,84	4000	12313.	9.	4
50	153.	11.	0,80	5000	15392.	2.	8
60	184.	8.	5,76	6000	18470.	8.	0
70	215.	5.	10,72	7000	21549.	1.	4
80	246.	3.	3,68	8000	24627.	6.	8
90	277.	0.	8,64	9000	27706.	0.	0
				10000	30784.	5.	4

Dec.	Pl.	Po.	Lin.	Cent.	Po.	Lin.	Mil.	Lin.
1	0.	3.	8,3296	1	0.	4,4330	1	0,4433
2	0.	7.	4,6592	2	0.	8,8659	2	0,8866
3	0.	11.	0,9888	3	1.	1,2989	3	1,3299
4	1.	2.	9,3184	4	1.	5,7318	4	1,7732
5	1.	6.	5,6480	5	1.	10,1648	5	2,2165
6	1.	10.	1,9776	6	2.	2,5978	6	2,6598
7	2.	1.	10,3072	7	2.	7,0307	7	3,1031
8	2.	5.	6,6368	8	2.	11,4637	8	3,5464
9	2.	9.	2,9664	9	3.	3,8966	9	3,9897
10	3.	0.	11,2960	10	3.	8,3296	10	4,4330

RAGGUAGLIO DELLA LIRA ITALIANA COLL'AUSTRIACA.

Italiane		Austriache			Italiane		Austriache		
Lire	Centes.	Lire	Centes.	87m.	Lire	Centes.	Lire	Centes.	87m.
01		01	13		1		1	14	82
02		02	26		2		2	29	77
03		03	39		3		3	44	72
04		04	52		4		4	59	67
05		05	65		5		5	74	62
06		06	78		6		6	89	57
07		08	04		7		8	04	52
08		09	17		8		9	19	47
09		10	30		9		10	34	42
10		11	43		10		11	49	37
11		12	56		20		22	98	74
12		13	69		30		34	48	24
13		14	82		40		45	97	61
14		16	8		50		57	47	11
15		17	21		60		68	96	48
16		18	34		70		80	45	85
17		19	47		80		91	95	35
18		20	60		90		103	44	72
19		21	79		100		114	94	22
20		22	86		200		229	88	44
30		34	42		300		344	82	66
40		45	85		400		459	77	01
50		57	41		500		574	71	23
60		68	84		600		689	65	45
70		80	40		700		804	59	67
80		91	83		800		919	54	02
90		1	03	39	900		1034	48	24
					1000		1149	42	46

RAGGUAGLIO FRA IL BRACCIO DI MILANO

Braccio di Milano ridotto in metro italiano.											
Braccia di Milano	Fanno in misura italiana				Parti del braccio			Fanno in misura Ital.			
	Metri	Palmi	Diti	Atomi	Once	Ponti	Atomi	Metri	Palmi	Diti	Atomi
1	0	5	9	5			3	0	0	0	1
2	1	1	9	0			6	0	0	0	2
3	1	7	8	5			9	0	0	0	3
4	2	3	8	0		1		0	0	0	4
5	2	9	7	5		2		0	0	0	8
6	3	5	7	0		3		0	0	1	2
7	4	1	6	5		4		0	0	1	7
8	4	7	5	9		5		0	0	2	1
9	5	3	5	4		6		0	0	2	5
10	5	9	4	9		7		0	0	2	9
20	11	8	9	9		8		0	0	3	3
30	17	8	4	8		9		0	0	3	7
40	23	7	9	7		10		0	0	4	1
50	29	7	4	7		11		0	0	4	5
60	35	6	9	6	1			0	0	5	0
70	41	6	4	6	2			0	0	9	9
80	47	5	9	5	3			0	1	4	9
90	53	5	4	4	4			0	1	9	8
100	59	4	4	4	5			0	2	4	8
200	118	9	8	7	6			0	2	9	7
300	178	4	8	1	7			0	3	4	7
400	237	9	7	5	8			0	3	9	7
500	297	4	6	8	9			0	4	4	6
600	356	9	6	2	10			0	4	9	6
700	416	4	5	6	11			0	5	4	5
800	475	9	4	9	12			0	5	9	5
900	535	4	4	3							
1000	594	9	3	6							

Misura decimale: 10 atomi fanno un dito, 10 diti fanno un palmo, 10 palmi fanno un metro.

TAVOLE

229

ED IL METRO ITALIANO, E VICEVERSA.

Metro italiano	Metro italiano ridotto in braccia di Milano.				Parti del metro		Fanno in misura di Milano			
	Fanno in misura di Milano				Palmi Diti Atomi	Atomi	Fanno in misura di Milano			
	Braccia	Once	Punti	Atomi			Braccia	Once	Punti	Atomi
1	1	8	2	1	1					3
2	3	4	4	1	2					6
3	5	0	6	2	3					9
4	6	8	8	2	4			1		0
5	8	4	10	3	5			1		3
6	10	1	0	3	6			1		5
7	11	9	2	4	7			1		8
8	13	5	4	4	8			1	11	
9	15	1	6	5	9				2	2
10	16	9	8	5		1		2		5
20	33	7	4	10	2			4		10
30	50	5	1	3	3			7		3
40	67	2	9	8	4					8
50	84	0	6	2	5		1	0		1
60	100	10	2	7	6		1	2		6
70	117	7	11	0	7		1	4	11	
80	134	5	7	5	8		1	7		4
90	151	3	3	10	9		1	9		9
100	168	1	0	3	1		2	0		2
200	336	2	0	6	2		4	0		5
300	504	3	0	10	3		6	0		7
400	672	4	1	1	4		8	0	10	
500	840	5	1	4	5		10	1		0
600	1008	6	1	7	6			0	1	3
700	1176	7	1	10	7	1	2	1		5
800	1344	8	2	2	8	1	4	1		8
900	1512	9	2	5	9	1	6	1	10	
1000	1680	10	2	8	10	1	8	2		1

Misura di Milano: 12 atomi fanno un punto, 12 punti fanno un' oncia, 12 once fanno 1 braccio.

13

RAGGUAGLIO FRA IL MOGGIO DI MILANO

Moggio di Milano ridotto in nuova soma italiana.

Moggio di Milano	Fanno in misura nuova				di Milano	Fanno in misura nuova			
	Some	Mine	Pinte	Coppi		Some	Mine	Pinte	Coppi
1	1	4	6	2	1	0	0	4	6
2	2	9	2	5	2	0	0	9	1
3	4	3	8	7	3	0	1	3	7
4	5	8	4	9	1	0	1	8	3
5	7	3	1	2	2	0	3	6	6
6	8	7	7	4	3	0	5	4	8
7	10	2	3	6	4	0	7	3	1
8	11	6	9	9	5	0	9	1	4
9	13	1	6	1	6	1	2	8	0
10	14	6	2	3	7	1	4	6	2
20	29	2	4	7	8				
30	43	8	7	0					
40	58	4	9	4					
50	73	1	1	7					
60	87	7	4	1					
70	102	3	6	4					
80	116	9	8	7					
90	131	6	1	1					
100	146	2	3	4					
200	292	4	6	9					
300	438	7	0	3					
400	584	9	3	7					
500	731	1	7	1					
600	877	4	0	6					
700	1023	6	4	0					
800	1169	8	7	4					
900	1316	1	0	9					
1000	1462	3	4	3					

Misura decimale: 10 coppi fanno una pinta, 10 pinte fanno una mina, 10 mine fanno una soma.

E LA NUOVA SOMA ITALIANA E VICEVERSA.

Soma nuova italiana ridotta in moggio di Milano.									
Some nuove italiane	Fanno in misura di Milano				Nuove	Fanno in misura di Milano			
	Moggia	Staja	Quart.	Decimi		Moggia	Staja	Quart.	Decimi
1		5	1	9				0	2
2	1	2	3	8				0	4
3	2	0	1	6				0	7
4	2	5	3	5				0	9
5	3	3	1	4				1	1
6	4	0	3	3				1	3
7	4	6	1	2				1	5
8	5	3	3	1				1	8
9	6	1	0	9				2	0
10	6	6	2	8	1			2	2
20	13	5	1	7	2		1	0	4
30	20	4	0	5	3		1	2	6
40	27	2	3	3	4		2	0	8
50	34	1	2	1	5		2	2	9
60	41	0	1	0	6		3	1	1
70	47	6	3	8	7		3	3	3
80	54	5	2	6	8		4	1	5
90	61	4	1	4	9		4	3	7
100	68	3	0	3	10		5	1	9
200	136	6	0	5					
300	205	1	0	8					
400	273	4	1	1					
500	341	7	1	4					
600	410	2	1	6					
700	478	5	1	9					
800	547	0	2	2					
900	615	3	2	4					
1000	683	6	2	7					

Misura di Milano: 4 quartari fanno un stajo, 8 staja fanno un sacco.

RAGGUAGLIO FRA LA BRENTA DI MILANO

Brenta di Milano ridotta in nuova soma Italiana.									
Brenta di Milano	Fanno in misura nuova				Boccali di Milano	Fanno in misura nuova			
	Some	Mine	Pinte	Coppi		Some	Mine	Pinte	Coppi
1	0	7	5	6	4	0	0	0	8
2	1	5	1	1	2	0	0	1	6
3	2	2	6	7	3	0	0	2	4
4	3	0	2	2	4	0	0	3	1
5	3	7	7	8	5	0	0	3	9
6	4	5	3	3	6	0	0	4	7
7	5	2	8	9	7	0	0	5	5
8	6	0	4	4	8	0	0	6	3
9	6	8	0	0	9	0	0	7	1
10	7	5	5	5	10	0	0	7	9
20	15	1	1	1	20	0	1	5	7
30	22	6	6	6	30	0	2	3	6
40	30	2	2	2	40	0	3	1	5
50	37	7	7	7	50	0	3	9	4
60	45	3	3	3	60	0	4	7	2
70	52	8	8	8	70	0	5	5	1
80	60	4	4	4	80	0	6	3	0
90	67	9	9	9	90	0	7	0	8
100	75	5	5	4	96	0	7	5	6
200	151	1	0	9					
300	226	6	6	3					
400	302	2	1	8					
500	377	7	7	2					
600	453	3	2	6					
700	528	8	8	1					
800	604	4	3	5					
900	679	9	9	0					
1000	755	5	4	4					

Misura decimale: 10 coppi fanno una pinta, dieci pinte fanno
 una mina, 10 mine fanno una soma.

E LA NUOVA SOMA ITALIANA, E VICEVERSA.

Soma nuova Italiana ridotta in brenta di Milano.							
Soma nuove Italiane	Fanno in misura di Milano			Nuove		Fanno in misura di Milano	
	Brente	Boccali	Declini	Misre	Pinte	Brente	Declini
1	1	31	1	1		1	3
2	2	62	1	2		2	5
3	3	93	2	3		3	8
4	5	28	2	4		5	1
5	6	59	3	5		6	4
6	7	90	4	6		7	6
7	9	25	4	7		8	8
8	10	56	5	8		10	2
9	11	87	5	9		11	4
10	13	22	6	1		12	7
20	26	45	2	2		25	4
30	39	67	8	3		38	1
40	52	90	4	4		50	8
50	66	17	0	5		63	5
60	79	39	6	6		76	2
70	92	62	3	7		88	9
80	105	84	9	8		5	6
90	119	11	5	9		1	18
100	132	34	1	10		1	31
200	264	68	2				
300	397	6	2				
400	529	40	3				
500	661	74	4				
600	794	12	5				
700	926	46	6				
800	1058	80	6				
900	1191	18	7				
1000	1323	52	8				

Misura di Milano : 96 boccali fanno una brenta.

RACQUAGLIO FRA LA LIBBRA D'ONCE 12 DI MILANO

Libbra d'onze 12 di Milano ridotta in nuova libbra italiana.											
Libbre di Milano	Fanno in peso nuovo					Onze di Milano	Fanno in peso nuovo				
	Libbre	Once	Grossi	Denari	Grani		Libbre	Once	Grossi	Denari	Grani
1	0	3	2	6	8	1	0	0	2	7	2
2	0	6	5	3	6	2	0	0	5	4	5
3	0	9	8	0	4	3	0	0	8	1	7
4	1	3	0	7	2	4	0	1	0	8	9
5	1	6	3	4	0	5	0	1	3	6	2
6	1	9	6	0	8	6	0	1	6	3	4
7	2	2	8	7	6	7	0	1	9	0	6
8	2	6	1	4	3	8	0	2	1	7	9
9	2	9	4	1	1	9	0	2	4	5	1
10	3	2	6	7	9	10	0	2	7	2	3
20	6	5	3	5	9	11	0	2	9	9	6
30	9	8	0	3	8	12	0	3	2	6	8
40	13	0	7	1	7						
50	16	3	3	9	7						
60	19	6	0	7	6						
70	22	8	7	5	5						
80	26	1	4	3	4						
90	29	4	1	1	4						
100	32	6	7	9	3						
200	65	3	5	8	6						
300	98	0	3	7	9						
400	130	7	1	7	2						
500	163	3	9	6	5						
600	196	0	7	5	8						
700	228	7	5	5	1						
800	261	4	3	4	4						
900	294	1	1	3	8						
1000	326	7	9	3	1						

Misura decimale: 10 grani fanno 1 denaro, 10 denari fanno un grosso, 10 grossi fanno un'oncia, 10 oncie fanno una libbra

E LA NUOVA LIBBRA ITALIANA, E VICEVERSA.

Libbra nuova italiana ridotta in libbra d'onze 12 di Milano.					
Libbre nuove italiane	Fanno in peso di Milano		Onze nuove	Fanno in peso di Milano	
	Libbre	Onze		Libbre	Onze
1	3	1	1		4
2	6	1	2		7
3	9	2	3		11
4	12	3	4	1	3
5	15	4	5	1	6
6	18	4	6	1	10
7	21	5	7	2	2
8	24	6	8	2	5
9	27	6	9	2	9
10	30	7	10	3	1
20	61	2			
30	91	10			
40	122	5			
50	153	0			
60	183	7			
70	214	2			
80	244	10			
90	275	5			
100	306	0			
200	612	0			
300	918	0			
400	1224	0			
500	1530	0			
600	1836	0			
700	2142	0			
800	2448	0			
900	2754	0			
1000	3060	0			

Misura di Milano: 12 onze fanno una libbra.

RAGGUAGLIO FRA LE PARTI DELLA LIBBRA D'ONCE 12

Parti della libbra d'onze 12 di Milano ridot. in nuovi pesi ital.				
Parti della libbra di Milano				Fanno in peso nuovo
Libbre	Once	Denari	Grani	Cent. di gran.
			4	89
			8	78
			12	67
			16	56
			20	46
	1		1	35
	2		2	69
	3		3	04
	4		4	39
	5		5	73
	6		6	08
	7		7	43
	8		8	78
	9		9	12
	10		10	47
	20		20	94
1			2	33
2			5	66
3			8	98
4	1	0	8	31
5	1	3	6	64
6	1	6	3	97
7	1	9	0	29
8	2	1	7	62
9	2	4	5	95
10	2	7	2	28
11	2	9	9	60
1	3	2	6	93

Misura decimale: 10 grani fanno 1 denaro, 10 denari fanno un grosso, 10 grossi fanno 1 oncia, 10 once fanno una libbra.

DI MILANO, ED I NUOVI PESI ITAL., E VICEVERSA.

Pesi nuovi Ital. ridot. in parti della libbra d'onze 12 di Milano.					Fanno in peso di Milano				
Libbre	Once	Grossi	Denari	Grani	Libbre	Once	Denari	Grani	Cent. di gran.
				1				2	12
				3				6	35
				5				10	58
				7				14	81
		1						21	15
		3					2	15	45
		5					4	9	75
		7					6	4	06
		9					7	22	36
	1						8	19	51
	2						17	15	02
	3					1	2	10	53
	4					1	11	6	04
	5					1	20	1	55
	6					2	4	21	06
	7					2	13	16	57
	8					2	22	12	08
	9					3	7	7	59
						3	16	3	10
	1					7	8	6	20
	2					11	0	9	30
	3								
	4				1	2	16	12	40
	5				1	6	8	15	50
	6				1	10	0	18	60
	7				2	1	16	21	70
	8				2	5	9	0	80
	9				2	9	1	3	90
1					3	0	17	7	00

Misura di Milano: 24 grani fanno 1 denaro, 24 denari fanno un'uncia, 12 once fanno una libbra.

RAGGUAGLIO FRA LA LIBBRA D'ONCE 28 DI MILANO

Libbra d'once 28 di Milano ridotta in nuova libbra italiana.											
Libbre di Milano	Fanno in peso nuovo					Once di Milano	Fanno in peso nuovo				
	Libbre	Once	Grossi	Denari	Grani		Libbre	Once	Grossi	Denari	Grani
1	0	7	6	2	5	1	0	0	2	7	2
2	1	5	2	5	0	2	0	0	5	4	5
3	2	2	8	7	6	3	0	0	8	1	7
4	3	0	5	0	1	4	0	1	0	8	9
5	3	8	1	2	6	5	0	1	3	6	2
6	4	5	7	5	1	6	0	1	6	3	4
7	5	3	3	7	6	7	0	1	9	0	6
8	6	1	0	0	1	8	0	2	1	7	9
9	6	8	6	2	7	9	0	2	4	5	1
10	7	6	2	6	2	10	0	2	7	2	3
20	15	2	5	0	3	20	0	5	4	4	7
30	22	8	7	5	5	28	0	7	6	2	5
40	30	5	0	0	7						
50	38	1	2	5	9						
60	45	7	5	1	0						
70	53	3	7	6	2						
80	61	0	0	1	4						
90	68	6	2	6	5						
100	76	2	5	1	7						
200	152	5	0	3	4						
300	228	7	5	5	1						
400	305	0	0	6	9						
500	381	2	5	8	6						
600	457	5	1	0	3						
700	533	7	6	2	0						
800	610	0	1	3	7						
900	686	2	6	5	4						
1000	762	5	1	7	1						

Misura decimale: 10 grani fanno un denaro, 10 denari fanno un grosso, 10 grossi fanno un'oncia, 10 once fanno 1 libbra.

E LA NUOVA LIBBRA ITALIANA, E VICEVERSA.

Libbra nuova italiana ridotta in libbre d'onze 28 di Milano.					
Libbre nuove italiane	Fanno in peso di Milano		Onze nuove	Fanno in peso di Milano	
	Libbre	Onze		Libbre	Onze
1	1	9	1		4
2	2	17	2		7
3	3	26	3		11
4	5	7	4		15
5	6	16	5		18
6	7	24	6		22
7	9	5	7		26
8	10	14	8	1	1
9	11	22	9	1	5
10	13	3	10	1	9
20	26	6			
30	39	10			
40	52	13			
50	65	16			
60	78	19			
70	91	22			
80	104	26			
90	118	1			
100	131	4			
200	262	8			
300	393	12			
400	524	16			
500	655	20			
600	786	24			
700	918	0			
800	1049	4			
900	1180	8			
1000	1311	12			

Misura di Milano: 28 once fanno una libbra.

MANIERA DI COSTRUIRE
GLI
OROLOGI SOLARI

AGRIUM

14*

DELLA LINEA MERIDIANA**ORIZZONTALE (1).**

Quest'ultima parte comprende alcune regole pratiche per descrivere gli orologi solari nei casi più comuni, facendo uso solamente delle prime nozioni di geometria esposte nel rispettivo trattato.

La prima operazione conveniente per costruire un orologio solare è quella di saper segnare una linea meridiana orizzontale. Questa linea potendosi avere in

(1) Le figure che si riferiscono alla costruzione degli Orologi solari trovansi nelle Tavole 5.^a e 6.^a

più modi differenti, se ne indicheranno alcuni dei più spediti e facili.

Preparata una tavoletta piana MN (fig. I) portante un'asta AB, all'estremità della quale sia fissata, a guisa di cappelletto, una lamina di metallo B con un piccolissimo foro C della grandezza di una spilla, si disponga orizzontale, mediante un livello, il piano MN; si abbassi dal punto C un filo a piombo, la cui estremità termini in una punta acuta; e segnato sul piano il punto E, si descrivano ad arbitrio alcuni circoli KTQ, HSP, LRO col loro centro nel medesimo punto E. Ciò fatto, principiando l'osservazione alle ore dieci antimeridiane circa, si marchino i punti L, H, K, Q, P. O, dove il punto lucido proveniente dal foro C interseca le circonferenze dei circoli descritti sul piano MN, tanto prima che dopo il mezzogiorno. Si dividano finalmente per metà gli

intervalli LO, HP, KQ, nei punti R, S, T; e fatta passare per questi punti e per il centro E una retta FG, sarà questa la linea meridiana cercata.

La stessa linea meridiana si potrà egualmente tracciare nel modo seguente:

Disposta orizzontale come nel caso antecedente una tavoletta MN (fig. II), si diriga in una bella notte un cannocchiale D, oppure un traguardo E alla stella polare (1), e la retta FG oppure HL condotte nel piano MN saranno le richieste. Per maggiore esattezza sarà

(1) Se per le ultime due stelle R, S, del così detto *gran Carro* si prolunghi coll'occhio una linea dalla parte della convessità del timone, anderà ella a passare vicinissima alla stella polare, presso a poco a tanta distanza dalla seconda stella S, quant'è la distanza di questa medesima stella all'estremità del timone.

La lucentezza della stella polare sopra tutte le altre circonvicine toglie ogni timore di sbaglio a rinvenirla.

bene aspettare che la stella polare trovisi nella direzione verticale della terza stella del gran Carro, come si è indicato nella citata fig. II, dove P rappresenta la stella polare, e Q la terza stella del Carro, essendo poi indifferente che la stella Q si trovi sotto o sopra la stella polare P.

Volendo servirsi della bussola per tracciare la linea meridiana, si collochi questa sopra un piano orizzontale MN (fig. III) in modo che la direzione AB dell'ago magnetico sia tale che il suo estremo A si trovi tra i punti N, O, e che la misura dell'arco NA sia eguale alla nota deviazione (1). Fissata la bussola in questa posizione, e condotta la linea FG che sarà parallela ad NS, rappresenterà questa la linea meridiana cercata.

(1) Presentemente questa deviazione è di circa 19 gradi all'occidente, ma varia secondo i tempi ed i luoghi, per cui i due primi metodi sono da preferirsi a quest' ultimo.

Sopra un punto della linea meridiana FG (fig. II) oppure FG (fig. III) si disporrà verticalmente sul piano MN uno stilo, servirà questo ad indicare in qualunque giorno dell'anno il punto del mezzodi, il quale sarà egualmente marcato dal punto lucido proveniente dal foro C (fig. I).

COSTRUZIONE

DELL'OROLOGIO SOLARE

SOPRA UN MURO ORDINARIO VERTICALE.



Stabilita la linea meridiana orizzontale, si potrà facilmente descrivere l'orologio solare sopra un muro verticale comunque inclinato all'oriente od all'occidente, che è appunto il caso più comune.

Prima però di principiare qualunque siasi operazione, sarà bene assicurarsi

che il luogo dove si dovrà disegnare l'orologio sia perfettamente verticale e piano; e disposta a canto al luogo fissato una meridiana orizzontale trovata mediante uno dei modi antecedentemente indicati, si farà quanto segue:

Scelto un punto qualunque Z (fig. IV) nel piano del muro fissato, e fatto piantare in questo punto Z uno stilo perpendicolare al piano suddetto (1), si marchi l'estremità dell'ombra portata dallo stilo sul muro al momento del mezzodì. Per il punto così marcato, che supporremo T, e mediante un filo a piombo si segni una linea verticale ATC, e sarà questa la linea delle ore XII, cioè la meridiana dell'orologio da costruirsi. Dello stesso punto Z si condurrà la ZP para-

(1) Per assicurarsi che lo stilo riesca perpendicolare al piano del muro, potrà servire lo strumento chiamato *squadra* da falegname o muratore.

Iella ad AC ed eguale alla lunghezza dello stilo elevato nel medesimo punto Z; indi l'orizzontale ZD (1) che sarà perpendicolare ad AC. Fatto ciò, si unisca il punto P col punto D, e presa BD eguale a DP, si formi nel punto B l'angolo DBA di tanti gradi quanti sono quelli della latitudine del paese (2), e si troverà con ciò il punto A. Dal punto B e perpendicolarmente alla BA si guidi BC, e uniti i punti A, Z colla retta ZE, si conduca dal punto C la linea CN perpendicolare ad AE, e sarà questa l'equinoziale dell'orologio, cioè la linea descritta dall'estremità dello stilo nel tempo degli equinozi.

(1) Si potrà condurre questa linea mediante una livella comune come si è detto.

(2) Questo numero di gradi si ha dai dizionari geografici, oppure da alcune tavole apposite, od anche dalle carte geografiche. Per Milano la latitudine è di 45 gradi e mezzo circa.

Fatto centro nel punto C con un'apertura di compasso eguale a CB, si segghi nel punto E la linea AE; e trasportato il centro in questo punto E, si descriva col medesimo raggio il cerchio CQR. Incominciando dal punto C si divida la circonferenza CQR di questo cerchio in 24, 48, 96 parti eguali, secondochè si vogliono le sole ore, le mezze ore od i quarti, e siano a, b, c, d alcuni dei punti ottenuti dalla divisione eseguita in 24 parti eguali.

Per il centro E e per i punti trovati a, b, c, d si tirino le rette Ee, Ef, Eg, Eh che vadano ad incontrare la SN nei punti e, f, g, h. Unito finalmente il punto A con questi punti si avranno le cercate linee orarie AX, AXI, AI, AII, ecc.

Servendosi dello stile di già piantato nel punto Z, il solo suo estremo servirà ad indicare l'ora richiesta; e situando un altro stilo in modo che abbia il suo

piede nel punto A ed il suo termine all'estremità di quello già fissato nel punto Z, servirà questo nuovo stilo ad indicare le ore medesime, ma con tutta la sua ombra portata sul muro, come sarebbe la sfera di un orologio comune.

DEI SEGNI DELLO ZODIACO

Volendo segnare sulla linea meridiana i punti corrispondenti alle dodici costellazioni, potrà servire la regola seguente, che per evitare la confusione delle linee nell'esposta figura, si è trasportata nella fig. V, avvertendo che il triangolo ABC di questa figura rappresenta il triangolo ABC della fig. IV superiormente considerata. Posto ciò da una parte e dall'altra del punto B, si conducano due linee BM, BH che formino colla BC gli angoli CBM, CBH di undici gradi e mezzo ciascuno, indi le due BN, BL che for-

mino colla stessa BC gli angoli CBN , CBL di venti gradi e un sesto, e finalmente le due BF, BG che facciano colla medesima BC gli angoli CBF, CBG di ventitrè gradi e mezzo.

Fissati i punti dove queste linee segano la linea meridiana AC, si avranno sulla stessa i punti cercati, come scorresi dalla figura, vale a dire:

♈	♉	♊	♋	♌
Ariete	Toro	Gemelli	Cancro	Leone
♍	♎	♏	♐	
Vergine	Libra	Scorpione	Sagittario	
♑	♒	♓		
Capricorno	Aquario	Pesci		

Se si dividerà il cerchio CQR (fig. IV) in quarantotto parti eguali, determinando le corrispondenti linee orarie come si è fatto per le Ax Axi, Axi, Ai,

An, ec., ed i punti delle costellazioni nel modo superiormente indicato, si otterrà (levando però tutte le altre linee, meno l'equinoziale SN) un disegno analogo alla fig. VI.

Si osserva che qualora la linea meridiana AC (fig. IV) cadesse dall' altra parte del punto Z, anche la costruzione esposta risulterà dall' altra parte della stessa linea AC; e qualora questa linea passi per il punto Z, indicherà che il muro si trova a perfetto mezzogiorno, ed in questo caso assai raro la costruzione dell' orologio si ridurrà molto più semplice, come si vedrà in appresso. Tutte le volte che la linea del mezzodi cadrà alla sinistra del punto Z, come nella citata fig. IV, sarà indizio che il muro si trova alquanto esposto verso occidente, e viceversa la linea suddetta dall' altra parte del punto Z sarà il muro alquanto esposto all' oriente, e la misura dell' angolo

ADP sarà il numero dei gradi dell' obliquità del muro col perfetto mezzodi.

Qualora riesca incomodo l'eseguire la costruzione della fig. IV sul piano fissato, si potrà eseguirla separatamente sopra un gran foglio di carta mediante la misura ZD presa sul muro; e trasportato in seguito il disegno sul luogo stabilito, si disponga questo convenientemente, e si marchino soltanto sul muro, perforando la carta, quei punti o quelle linee che abbisognano per l'effettiva costruzione dell' orologio.

, DELL' OROLOGIO SOLARE

ORIZZONTALE.

Quantunque la costruzione dell' orologio solare orizzontale sia più facile di quella esposta per un muro verticale, e presenti il vantaggio considerevole di essere servibile dal momento dello spun-

tar del sole sino al suo tramonto, pure e con tutti questi vantaggi gli orologi orizzontali sono meno comuni degli altri, essendo alquanto incomoda la loro posizione per chi deve osservarli.

Per descrivere l'orologio accennato, si trovi sul piano dato, che dovrà essere ben orizzontale, la linea meridiana, che si determinerà mediante uno dei modi antecedentemente indicati, e sia questa rappresentata dalla AC (fig. VII), e fissata in questa linea un punto qualunque A, si conduca AB che formi l'angolo BAC di tanti gradi quant'è la latitudine del luogo; e preso a piacere sulla linea AB un punto B, si tiri BD perpendicolare ad AB, e BZ perpendicolare ad AC; indi dal punto D si conduca MN perpendicolare ad AC, e presa DC eguale a DB si descriva col centro in C e col raggio CD la circonferenza DRS; si divida la circonferenza di questo cer-

chio DRS, come nella costruzione antecedente, in 24, 48, 96, ec., parti eguali, cominciando dal punto D, e siano a, b, c, d alcuni dei punti trovati mediante la divisione eseguita in 24 parti eguali. Dal centro C si tirino le rette Ca, Cb, Cc, Cd che vadano ad incontrare la MN nei punti e, f, g, h. Unito finalmente il punto A con questi punti, si avranno le rette Ax, Ax₁, A₁, A₂, ec., cioè le linee orarie cercate.

Lo stilo verticale avrà il suo piede in Z e sarà eguale in lunghezza alla BZ, e lo stilo obbliquo dovrà avere il suo piede nel punto A ed appoggiarsi contro l'estremità dello stilo verticale.

Se il cerchio DRS si dividerà in 48 parti eguali per avere, oltre alle linee delle ore, anche le mezze ore, e levando poi tutte quelle linee che hanno servito alla costruzione, si avrà la fig. VIII.

Se la stessa costruzione ora esposta

nella fig. VII si eseguirà per una linea verticale condotta su di un muro esposto a perfetto mezzogiorno, colla sola avvertenza che, invece di far l'angolo BAC eguale alla latitudine del luogo, si faccia questo eguale al suo complemento, cioè a quel che manca ai 90 gradi, si otterrà l'orologio per questo caso particolare, come si è detto.

Questa medesima costruzione (fig. VII) somministra il presente modo facile e spedito per trovare le linee orarie di un orologio verticale. Supposto Z (fig. IX) il piede dello stilo fissato sul muro verticale, e determinata su questo piano come si è fatto per la fig. IV la linea meridiana AD, e stabilita la lunghezza ZC dello stilo, si tiri la ZM perpendicolare ad AD ossia orizzontale, indi si unisca il punto C col punto D; e presa DB eguale a DC, si formi nel punto B l'angolo DBA eguale alla latitudine del

paese. Ciò posto, nel punto C si formi l'angolo DCf eguale al DAf della fig. VII, indi il DCe eguale al DAe, e così di seguito si ripeta dall'altra parte della retta DC la medesima operazione, formando gli angoli DCg, DCh, ec., ordinatamente eguali agli angoli DAG, DAh, ec., della fig. VII; trovati così i punti e, f, g, h, e uniti col punto A, si avranno le stesse linee orarie come nella fig. IV.

DELL' OROLOGIO SOLARE

ALL' ITALIANA.

I vantaggi dell'orologio chiamato alla francese hanno fatto porre in dimenticanza l'orologio all'italiana, e l'uso di quest'ultimo è ormai limitato a quei pochi paesi dove si conserva tuttora l'usanza di numerare le ore all'italiana specialmente per la distribuzione delle

acque. Secondo quest' orologio si suppone il termine del giorno, ossia le ore 24, mezz'ora dopo il tramonto del sole.

Per costruire sopra un muro verticale l'orologio all'italiana, converrà prima di tutto assicurarsi bene che il luogo fissato sia perfettamente piano ed a piombo, come si è già detto. Scelto poscia nel luogo stabilito un punto Z (fig. X), si pianti in esso uno stilo perpendicolare al muro, e mediante una meridiana orizzontale già preparata si segni l'estremità dell'ombra dello stilo al punto preciso del mezzogiorno; si conduca per questo punto così trovato e col mezzo di un filo a piombo una linea verticale AD, e sarà questa la meridiana dell'orologio. Dopo ciò si guidi pel punto Z la ZF parallela ad AD ed eguale in lunghezza allo stilo piantato nel muro, e per lo stesso punto Z si meni l'orizzontale ZR; si prenda EB eguale ad

EF, e nel punto B si formi l'angolo EBA eguale alla latitudine del luogo; si conduca BD perpendicolare ad AB, e congiunto il punto A col punto Z mediante la retta AZH, si abbassi su questa dal punto D la perpendicolare DO: fatto centro in D col raggio BD, si seghi in C la linea AH, e si tiri quindi la CD. Ciò posto, si conducano le seguenti linee, la BG che formi l'angolo DBG di gradi 23 e mezzo, la GH parallela a DC, la SQR parallela a DB che incontri in Q ed R i prolungamenti delle AB ed EB, e la GJ parallela a DO: si descriva col centro in H e col raggio HG il cerchio GNM; e segata la GL eguale a GR, si conduca per il punto L la MN perpendicolare a GL. Ciò fatto, si prenda sul cerchio GNM la porzione d'arco N. 24 eguale alla 48^a parte di tutta la circonferenza, e si cominci dal punto 24 la divisione dal cerchio nelle

24 ore del giorno, come si vede nella figura, od anche in 48 se si vogliono le mezze ore. Preso in seguito nel cerchio GNM uno dei punti di divisione, per esempio il punto segnato 22, si abbassi da questo sulla retta GS la perpendicolare S22, ed uniti gli estremi di questa perpendicolare coi punti C, O, si avranno due linee C22, OS, che prolungate daranno nella loro intersezione XXII l'estremo della corrispondente linea oraria XXII. Così preso nello stesso cerchio il punto 17, condotta la perpendicolare 17 P e unito il punto 17 col punto C ed il punto P col punto O, si avrà nella loro intersezione l'estremo della linea XVII; si continui quest'operazione per gli altri punti di divisione del cerchio, avvertendo di unire sempre il numero preso sul cerchio col punto C, ed il piede della sua perpendicolare calata sulla GS col punto O, per cui le

intersezioni potranno accadere o al di fuori del cerchio come la XXII, o al di dentro come nella XVII. Con quest'operazione si avranno tutti gli estremi XXII, XXI, XX, XIX, XVIII, XVII, XVI, XV, ec.

Eseguita la prima parte del lavoro, si ricominci un'operazione analoga per avere gli altri estremi delle medesime linee, vale a dire si conduca dal punto B la BT che formi l'angolo DBT di gradi 23 e mezzo, indi la TK parallela a DC, e col centro in K e raggio KT si descriva il cerchio TY²: presa la TX eguale a TV, si tiri XY parallela ad MN, e segata la parte Y.²⁴ eguale alla 48^a parte del suo cerchio, si eseguisca la divisione nello stesso numero di parti come l'altro cerchio. Per i punti fissati sul cerchio piccolo, si abbassino delle perpendicolari sulla TI condotta parallela a GJ, e uniti gli estremi di queste perpendicolari coi punti C, O, come

si è fatto nel cerchio grande, si avranno gli altri estremi delle linee orarie, che congiunti convenientemente con quelli superiormente determinati daranno le linee richieste.

Uniti fra loro i punti XXII, XXI, XX, XIX, XVIII, XVII, XVI, XV, ec. e fatto altrettanto coi punti superiori, si otterranno due linee curve, dalle quali non potrà mai dipartirsi l'ombra dello stilo in qualunque giorno dell'anno.

Essendo poi la costruzione di quest'orologio piuttosto complicata, sarà quasi indispensabile, nell'esecuzione del medesimo, di porre in opera l'avvertimento dato di formare a parte la costruzione per trasportarla poscia nel luogo fissato.

Se anche in questa figura X si leveranno tutte le linee di costruzione, si avrà la fig. XI, nella quale vi sono pure i segni dello zodiaco trovati colla regola data.

DELL' OROLOGIO SOLARE

DESCRITTO SOPRA UN MURO QUALUNQUE.

Alle costruzioni esposte si ritiene utile l'aggiungere il modo di eseguire l'orologio solare sopra una superficie qualunque. Per ciò fare si disponga contro il luogo fissato (fig. XII) un piano orizzontale MN, e si descriva su questo piano l'orologio orizzontale insegnato, le cui linee orarie siano le AX, AXI, AXII, AI, AII, ec., e lo stilo obbliquo sia AB. Ciò posto, si collochi il lembo di una buona riga OB lungo lo stilo AB (1) in modo che vada contro il muro in un punto O; e fissato in questo punto lo stilo obbliquo OR, si obblighi il me-

(1) In questo caso sarà bene sostituire allo stilo AB un triangolo ACB che presenti nel lato AB un filo tagliente.

desimo nella direzione AB, facendogli toccare con tutti i suoi punti il lembo OB della riga suddetta. Fatta questa prima operazione, si faccia muovere lungo il muro la riga OB, conservandola sempre nel piano del triangolo ABC, e con ciò si otterrà sul muro la linea meridiana O. 12. Presa un'altra riga, si assicuri un suo spigolo sui due punti B, D, e si faccia muovere di nuovo la prima riga lungo il muro, appoggiandola contemporaneamente sullo stilo BA e sulla riga BD, e si avrà sul muro la linea delle ore 11. Operando per il punto E come si è fatto per il punto D, si avrà sul muro la linea delle ore 10, e così delle altre, per cui si avrà l'orologio, qualunque sia la figura della superficie data.

Tralasciando di considerare tutti quei casi che rarissime volte si presentano in pratica, come sarebbe la costruzione

dell' orologio sopra piani esposti a perfetto oriente o perfetto occidente, oppure inclinati all'orizzonte, i quali d'altronde si potranno all'uopo vedere nei trattati completi di gnomonica, si darà invece come avvertenza utile il modo di servirsi per approssimazione dell' orologio solare alla francese anche durante la notte, qualora sia il medesimo illuminato dalla luce della luna.

Si osservi l'ora che l'ombra dell'indice addita al lume della luna: si trovi col calendario l'età della luna ossia il numero de' giorni trascorsi dal principio del novilunio antecedente sino al giorno dell'osservazione, si moltiplichi il numero de' giorni trovati per $3\frac{1}{4}$, ed il prodotto è il numero delle ore da aggiungersi all' ora mostrata dall' ombra per avere l'ora richiesta; così per esempio, se un orologio solare nella sera dell' 11 gennaio 1827 indicava coll'ombra dello stilo

10 $1\frac{1}{2}$ antimeridiane, e che si cercasse l'ora reale che gli corrispondeva, si dovrà, secondo quanto si è detto, cercare sul calendario quando ebbe luogo il novilunio antecedente, il che si troverà corrispondere al giorno 28 dicembre del 1826 alle ore 10 e minuti 58 sera; indi si troverà il numero dei giorni trascorsi dal giorno del suddetto novilunio sino a quello dell'osservazione, cioè sino all'11 gennaio, che risulta di giorni 14 prossimamente. Moltiplicando quindi i giorni ottenuti per $3\frac{1}{4}$, o ciò che vale lo stesso, sommando la metà di detto tempo colla metà della metà, si avranno ore 10 $1\frac{1}{2}$ da aggiungersi all'ora osservata, cioè alle ore 10 $1\frac{1}{2}$, che daranno in tutto ore 21, delle quali considerando soltanto il più delle ore 12 si otteranno ore 9, che sono prossimamente le cercate.

DEL TEMPO VERO
E DEL TEMPO MEDIO.

Preso un orologio da tasca, od una pendola assolutamente perfetta (1), e accomodato col mezzodì di una buona meridiana, verso la metà d'aprile, sarà facile l'osservare che dopo alcuni giorni non si trova più d'accordo colla stessa meridiana, e che invece ritarda di alcuni minuti; per cui a prima vista verrà attribuito l'errore all'orologio e non alla meridiana, nel tempo che ciò deve ap-

(1) Per essere assolutamente perfetto un orologio da tasca, od anco una *pendola*, deve essere tale che aggiustato in un giorno qualunque dell'anno col mezzodì di una buona meridiana, e continuando a muoversi senza veruna irregolarità pel corso di un anno intiero, dovrebbe egualmente segnare il mezzogiorno al termine di detto anno, senza variazione alcuna.

punto accadere per l'irregolarità del moto del sole, e che a tutto rigore non è l'esatta misura del tempo. Continuando poi l'osservazione ed il confronto fra l'orologio e la meridiana, si troverà l'orologio indietro circa 4 minuti verso la fine di maggio, poi diminuendo gradatamente una tale differenza, tornerà d'accordo colla meridiana verso la metà di giugno; dopo il qual tempo l'orologio principierà ad avanzare, e al principio d'agosto si troverà avanti di 6 minuti; e perdendo a poco a poco una tale differenza, si rimetterà d'accordo colla meridiana ai primi di settembre; indi ritardando sempre gradatamente, resterà indietro 16 minuti verso la metà di novembre, rimettendosi in seguito colla meridiana verso la fine di dicembre; e finalmente avanzando successivamente dalla meridiana, segnerà la differenza di 15 minuti alla metà di febbraio, la

quale perderà intieramente alla metà d'aprile, per ricominciare da capo le variazioni accennate. Da ciò ne deriva che non devesi pretendere che un buon orologio da tasca od una buona pendola debba costantemente marcare le medesime ore come farebbe una buona meridiana od orologio solare; ma quantunque questi due movimenti non combinino sempre a segnare le stesse ore, servirà però in ogni caso la meridiana per conoscere se l'orologio è buono confrontandone la differenza colla *tavola* qui unita e che può bastare per gli usi ordinarj. Così, p. e., se nel giorno 15 di novembre si confronterà col mezzo giorno della meridiana l'orologio da tasca, dovrà essere quest'ultimo indietro 15 minuti da quella; e se il confronto si farà nel giorno 24 di febbraio, l'orologio da tasca, sempre che sia perfetto, si troverà avanti di 14 minuti,

come mostra abbastanza chiaramente la stessa *tavola*.

Essendo che l'orologio solare e quello da tasca segnano quasi sempre differentemente le ore, così si è stabilito di chiamare *tempo vero* le ore indicate da un buon orologio solare, e *tempo medio* le ore che marca un buon orologio da tasca od una buona pendola.

Nella verificazione degli orologi da tasca, si potrà evitare l'intervento della *tavola*, descrivendo contemporaneamente le due linee meridiane, cioè quella del *tempo vero* e quella del *tempo medio*, come vedesi nelle fig. XIII, XIV, qui appresso considerate.



*Tavola della differenza giornaliera, in minuti,
fra un buon orologio ed il sole, allorchè
questo trovasi al meridiano.*

Giorni	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settemb.		Ottobre		Novemb.		Dicemb.	
	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.	Av.	Ri.
1	3	14	13	4	3	3	3	3	6	-	10	16	11											
2	4	14	13	4	3	3	3	3	6	-	10	16	11											
3	4	14	12	4	3	2	4	6	R. 1	11	16	10												
4	5	14	12	3	3	2	4	6	1	11	16	10												
5	5	14	12	3	3	2	4	6	1	11	16	9												
6	6	14	12	3	4	2	4	6	1	12	16	8												
7	6	15	11	2	4	2	4	5	2	12	16	8												
8	7	15	11	2	4	2	4	5	2	12	16	8												
9	7	15	11	2	4	1	5	5	2	12	16	8												
10	8	15	11	2	4	1	5	5	3	13	16	7												
11	8	15	10	1	4	1	5	5	3	13	16	7												
12	8	15	10	1	4	1	5	5	4	13	16	6												
13	9	15	10	-	4	1	5	5	4	14	16	6												
14	9	15	10	-	4	-	5	5	4	14	15	5												
15	10	14	9	-	4	-	5	4	5	14	15	5												
16	10	14	9	-	4	-	6	4	5	14	15	4												
17	10	14	9	-	4	-	6	4	5	14	15	4												
18	10	14	8	R. 1	4	-	6	4	6	15	15	3												
19	11	14	8	1	4	A. 1	6	4	6	15	15	3												
20	11	14	8	1	4	1	6	3	6	15	14	2												
21	12	14	8	1	4	1	6	3	7	15	14	2												
22	12	14	7	1	4	1	6	3	7	15	14	1												
23	12	14	7	2	4	2	6	3	7	15	14	1												
24	12	14	7	2	4	2	6	2	8	16	13	-												
25	13	13	6	2	4	2	6	2	8	16	13	-												
26	13	13	6	2	3	2	6	2	8	16	13	A. 1												
27	13	13	6	2	3	2	6	2	9	16	12	1												
28	13	13	5	3	3	3	6	1	9	16	12	2												
29	13		5	3	3	3	6	1	9	16	12	2												
30	14		5	3	3	3	6	1	10	16	12	3												
31	14		4	3	3	3	6	-		16	12	3												

1) L' abbreviatura *Av.* significa *Avanzo*: *Ri.* significa *Ritardo*.

DESCRIZIONE DELLA MERIDIANA VERTICALE

A TEMPO MEDIO.

Volendo segnare sopra un dato muro verticale la linea meridiana del tempo medio, si preparerà preventivamente il muro sul quale vuolsi descrivere la meridiana proposta, come si è già avvertito nella descrizione dell'orologio verticale (fig. IV). Ciò posto, mediante la stessa costruzione si troveranno sul luogo dato la linea meridiana del tempo vero indicata dalla AD (fig. XIII), l'orizzontale ZB che passa per il piede dello stilo, le linee BA e DC, la prima delle quali determina il vertice A, e l'altra che forma angolo retto colla BA fisserà il punto C pel quale si condurrà l'equinoziale EF; e servendosi sempre

della regola citata, si determineranno pure le due linee orarie AG, AH corrispondenti alle ore $11 \frac{3}{4}$ e $12 \frac{1}{4}$ (1). Ciò fatto, si dividono in 15 parti eguali gli spazj rettilinei CO, CL, aggiungendo una di tali parti oltre il punto O, cioè dalla parte delle ore pomeridiane, e si tirino in seguito pei punti trovati e per il vertice A altrettante linee quante sono le parti suddette, le quali rappresenteranno le linee orarie corrispondenti a 15 minuti prima del mezzogiorno, e 16 minuti dopo il mezzogiorno. Fatta quest'operazione, si collochi il centro di un rapportatore MN di conveniente grandezza nel puuto B, in modo che

(1) Per evitare la confusione nella contemplata fig. XIII si è dovuta assegnare alle linee orarie delle $11 \frac{3}{4}$ e $12 \frac{1}{4}$ una divergenza maggiore della vera, per cui la curva ottenuta trovasi alquanto esagerata.

il lato BM si trovi nella direzione BA; e presa per norma la BC che corrisponderà ai gradi 90 del rapportatore, si formino gli angoli seguenti CBa e CBb di 5 gradi e 55 minuti ciascuno, i CBQ e CBX di 11 gradi e 29 minuti, i CBm e CBn di 16 gradi e 21 minuti, i CBK e CBP di 20 gradi e 11 minuti, i CBF e CBg di 22 gradi e 58 minuti primi, e per ultimo i due CBT e CBY di 23 gradi e 28 minuti primi (1). Avuti con tal mezzo sulla linea meridiana AD i punti T, f, K, m, Q, a, C, b, X, n, P, g, Y, si condurranno per questi punti tante parallele all' equinoziale EF, e principiando dai punti suddetti si prenderanno su queste parallele i minuti che

(1) Se nel rapportatore non vi sono le divisioni dei gradi in minuti, si prenderanno giudiziosamente ad occhio le parti di grado convenienti al numero di minuti.

si trovano marcati nelle figure a lato delle medesime: così p. e. alla sinistra del punto T, cioè verso G, si prenderà uno spazio abbondante per avere la misura che corrisponda ad un minuto primo e tre secondi; passando poi dal punto T al punto f, si prenderanno alla sinistra di f quattro parti e un decimo, ed alla destra due parti e un decimo, e così alla sinistra di K si prenderà Kd eguale a cinque parti e tre quarti, ed alla dritta si fissi Kh di quattro parti circa. Dal punto K si passi al punto m, e si eseguisca in m un'operazione analoga a quella fatta in K, e così si continui facendo sempre lo stesso per tutti gli altri punti Q, a, C, ec., come si è già detto più sopra.

Trovati in questo modo su tutte le parallele i punti appartenenti alla linea cercata, si uniranno fra loro onde ottenere la curva che vedesi descritta nella

stessa figura sotto forma della cifra 8, rappresentante la linea meridiana del tempo medio.

La medesima costruzione potrà servire per descrivere la linea meridiana del tempo medio sopra un dato piano orizzontale.

Trovata la curva sopraddetta, vi si potranno collocare lungo la medesima i segni dello zodiaco, prendendo per modello la stessa fig. XIII.

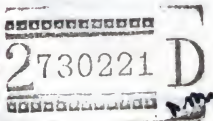
La trovata linea meridiana del tempo medio servirà comodamente per la verificazione dell'orologio da tasca, osservando che nel momento che l'estremità dell'ombra dello stilo si trova sulla linea curva, e nel segno dello zodiaco del giorno corrente, dovrà anche l'orologio dell'osservatore trovarsi esattamente sulle ore 12, ed in caso diverso sarà indizio che quest'ultimo è fallace.

Usando opportunamente alcune delle

regole esposte, si potrebbe descrivere con maggior precisione la curva del tempo medio; ma siccome per l'esposizione della regola rigorosa bisognerebbe entrare in dettagli complicatissimi, e però fuori del nostro assunto, così converrà meglio avvertire di non oltrepassare i cinque piedi nella lunghezza dello stilo, affinchè i punti trovati nel modo esposto possano essere sufficienti ad esprimere l'andamento della curva richiesta.

Per soddisfare gli amatori d'orologi solari si è fatta la fig. XIV rappresentante contemporaneamente l'orologio solare alla francese, quello all'italiana e la linea meridiana del tempo medio dipendenti tutte da uno stesso stilo comune, le quali si potranno nel caso pratico a seanso di confusione contrassegnare con diversi colori. Così, per esempio, volendo segnare in nero le ore

dell' orologio alla francese e la meridia-
niana del tempo medio, si potrebbero
segnare in rosso le ore dell' orologio
all' italiana.



100.4

INDICE

DELLE MATERIE



ORIGINE della parola agrimensura e scopo di questo manuale	Pag. 7
--	--------

PARTE PRIMA.

DELL' AGRIMENSURA SUL TERRENO

Definizione, e nozioni preliminari sopra la linea retta ed il circolo	11
Degli angoli	19
Delle perpendicolari	21
Che cosa sia la <i>squadra d'agrimensura</i> .	27
Delle parallele	31

Delle principali figure piane, cioè <i>triangoli, quadrilateri, parallelogrammi, rettangoli, quadrati</i> , ...	Pag. 34
Della misura delle loro aree o delle superficie»	35
Formola per calcolare l' area d' un triangolo:	
col mezzo de' suoi lati	» 44
Del <i>trapezio</i>	» 47
Della misura d' una figura terminata da linee rette, vale a dire d' un <i>poligono rettilineo</i> qualunque	» 49
Della misura d' un terreno qualunque	» 52
Come si misurano le linee sul terreno	» 54
Della misura delle distanze, tanto coi passi, quanto col tempo	» 59

PARTE SECONDA.

DELLA LEVA DELLE MAPPE.

Della riduzione delle linee e delle figure sulla carta	» 62
Della costruzione d' una <i>scala</i>	» 64
Problema generale da risolversi per levare una mappa	» 69

Prima soluzione mediante la misura di tutte le distanze	Pag. 71
Seconda soluzione col mezzo degli angoli tracciati sulla tavoletta	» 72
Terza soluzione appoggiandosi sopra una base misurata	» 76
Combinazioni dei diversi processi, comodità della tavoletta	» 81
Che cosa sia un' <i>alidada</i>	» 82
Che cosa sia <i>traforare e calcare</i> una mappa, e come se ne costruisca una copia eguale o ridotta	» 83
Come col mezzo della tavoletta si segni sopra il terreno una figura costruita sulla carta .	86
Della misura degli angoli mediante gli archi del cerchio	» 87
<i>Angoli opposti al vertice</i>	» 91
<i>Supplemento d'un angolo</i>	» 91
<i>Suo complemento</i>	» 93
Descrizione sommaria de' principali strumenti atti a misurare gli angoli	» ivi
Vantaggio del cerchio intiero sul grafometro .	95

Cosa sia il <i>vernier</i>	Pag. 97
Della moltiplicazione degli angoli col cerchio ripetitore	» 104
Della <i>bussola</i>	» 109
Costruzione e determinazione degli angoli colle corde	» 111
Gli angoli troppo acuti ed ottusi debbono schi- varsi nella triangolazione	» 105
Usi della bussola per la leva delle mappe.	» 118
Del sestante di riflessione, e suo uso per la leva d'una mappa	» 121
Dimostrazione di questa verità.	» 122
Due modi d'agrimensura, la <i>coltellazione</i> e lo <i>sviluppo</i>	» 130
<i>Proiezione orizzontale</i> di un terreno, e che sia un <i>poliedro</i>	» 132
Della misura dei pendii d' un terreno.	» 133
Del <i>livello</i> e della <i>livellazione</i>	» 135
Costruzione del <i>taglio</i> , o <i>profilo</i> di un terreno.	» 139
<i>Pendio</i> , o <i>inclinazione</i> di un terreno.	» 140
Descrizione di alcuni <i>livelli</i>	» 141
Uso del <i>livello ad acqua</i>	» 142

<u>Che sia rilievo di un terreno, e come se ne</u>	
<u>segnano i dati</u>	<u>Pag. 150</u>
<u>Che sia orientare un piano</u>	<u>» 158</u>

ESPOSIZIONE

DELLE MISURE DECIMALI E DELLE ANTICHE MISURE

<u>Esposizione dell' antico sistema metrico.</u>	<u>» 165</u>
--	--------------

PARTE PRIMA.

ESPOSIZIONE GENERALE DEL NUOVO SISTEMA METRICO.

Che sia misurare; quali i diversi generi di	
misure	» 171
Nomenclatura metodica del sistema metrico	
decimale	» 173
Quadro che mostra la concatenazione delle	
nuove misure	» ivi
Divisione bizzarra dell'antico sistema	» 178
Origine fisica e geografica delle nuove misure»	183
Vantaggi che derivano adottando generalmente	
le nuove misure	» 187

PARTE SECONDA.

DEL CALCOLO DELLE AREE E DE' VOLUMI.

<u>Regola del calcolo decimale</u>	<u>Pag. 193</u>
<u>Misure de' parallelopipedi rettangoli</u>	<u>» 198</u>
<u>Regola pel calcolo decimale de' volumi</u>	<u>» 201</u>
Formole proprie a diverse forme de' corpi terminati da piani, cioè <i>prisma</i> , <i>piramide</i> , <i>prisma triangolare diritto</i> , <i>troncato</i>	» 213
Misure della circonferenza, e dell'area del cerchio	» 217
Formole per ottenere il volume de' corpi rotondi, cioè <i>cilindro retto</i> , <i>cono dritto</i> , <i>il tronco di cono dritto</i> , <i>e della sfera</i>	» 218
<u>Come nel nuovo sistema metrico le diverse misure de' volumi, o le capacità si convertano in un tratto le une nelle altre, ciò che non era possibile nell'antico sistema</u>	<u>» 211</u>
<u>Della misura delle botti e di qualunque vaso</u>	<u>» 213</u>
<u>Tavola di rapporto dell'antica colla nuova misura</u>	<u>» 219</u>

<u>Tavola per ridurre le tese, piedi, pollici e linee, in metri e parti di metro</u>	<u>Pag. 224</u>
<u>Tavola per ridurre gli arpent in ettari, e le pertiche in ari</u>	<u>» 225</u>
<u>Tavola per ridurre i pesi antichi e nuovi</u>	<u>» 226</u>
<u>Tavola per ridurre i metri in decimetri</u>	<u>» 227</u>
<u>Ragguaglio della lira italiana coll'austriaca</u>	<u>» 227</u>
<u>————— fra il braccio di Milano ed il metro, e viceversa</u>	<u>» 228</u>
<u>————— il moggio di Milano e la nuova soma, e viceversa</u>	<u>» 230</u>
<u>————— la brenta e la nuova soma, e viceversa</u>	<u>» 232</u>
<u>————— la libbra d'onze 12, ec.</u>	<u>» 234</u>
<u>————— le parti della libbra d'onze 12, ...</u>	<u>» 236</u>
<u>————— la libbra d'onze 28, ec.</u>	<u>» 238</u>

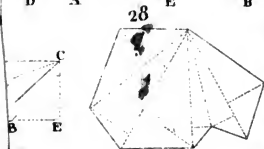
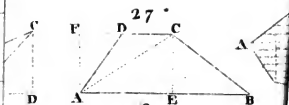
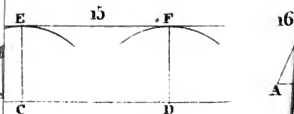
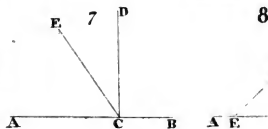
MANIERA DI COSTRUIRE

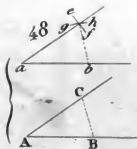
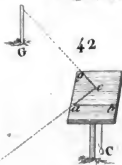
GLI OROLOGI SOLARI

<u>Della linea meridiana orizzontale</u>	<u>» 243</u>
<u>Costruzione dell'orologio solare sopra un muro ordinario verticale</u>	<u>» 247</u>

<u>Dei segni dello zodiaco</u>	<u>Pag. 251</u>
<u>Dell'orologio solare orizzontale</u>	<u>» 253</u>
<u>Dell'orologio solare all'italiana</u>	<u>» 258</u>
<u>Dell'orologio solare descritto sopra un muro qualunque</u>	<u>» 264</u>
<u>Del tempo vero e del tempo medio</u>	<u>268</u>
<u>Tavola della differenza giornaliera, in minuti, fra un buon orologio ed il sole, allorchè que- sto trovasi al meridiano</u>	<u>» 272</u>
<u>Descrizione della meridiana verticale a tempo medio</u>	<u>» 273</u>





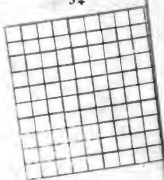
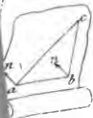


c

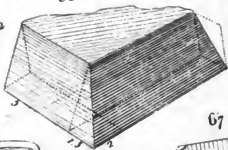
n

a

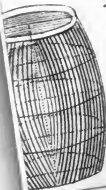
C



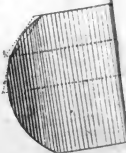
60

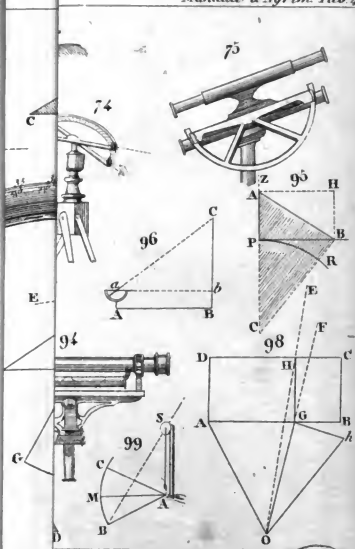


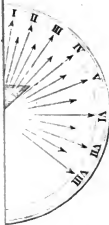
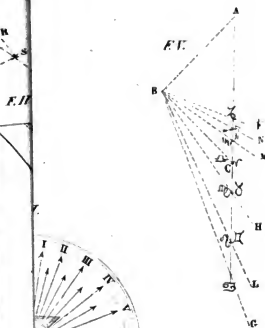
66



67

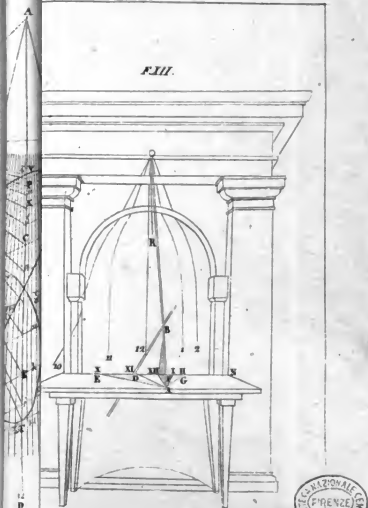






Mantovani inc.

F.XII.



Календарі і т.



2730221.D.

B.22.4.212



C F 2 7 3 0 2 2 1

B.N.C.F.
FIRENZE



